Sveučilište u Zagrebu

Fakultet strojarstva i brodogradnje

ZAVRŠNI RAD

USKLAĐIVANJE I UNAPREĐENJE PROCESA PROIZVODNJE KORIŠTENJEM LEAN SUSTAVA

Voditelj rada:

prof.dr.sc.Nedeljko Štefanić

Damjan Rajić

Zagreb, 2009.godina

SAŽETAK

U radu je opisana teoretska osnova lean-a, koja obuhvaća povijest i područja primjene lean koncepta kroz poduzeće, zaposlenike i radnu okolinu. Također su dani primjeri osnovnih vrsti gubitaka prema klasičnoj lean podijeli.

Unutar razrade primjene lean sustava u poduzeću, opisan je primjer razvojnog procesa početne faze nastanka novih proizvoda iz programa elektroinstalacijskog materijala poduzeća Elektrokontakt d.d. U okviru razvojnog procesa primijenjen je postupak definiranja funkcije kvalitete pomoću metode „kuća“ kvalitete, te su predložene daljnje mjere implementacije lean-a unutar razvojnog procesa poduzeća.

Mapiranje toka vrijednosti (Value Stream Mapping) je tema zadnjeg poglavlja, u kojemu je razrađen postupak mapiranja procesa kroz prikaz strukture, simbola, računanja vremena i crtanje dijagrama na primjeru konkretnog poslovnog procesa.

Sadržaj:

Popis slika

stranica:

Popis tablica

stranica:

1. UVOD

Različita poduzeća raznih djelatnosti diljem svijeta su prepoznala teorijske i praktične aspekte Lean koncepta, sa ciljem uvođenja i organiziranja sustavnog unaprjeđenja poslovnih procesa. Teoretska osnova Lean sustav potječe od početka 50-ih godina 20. stoljeća, a njezin začetnik je Toyotin proizvodni sustav (TPS - Toyota Production System) gdje su na temelju prakse nastale Lean metode i korisni alati. Njihovi pravi potencijali zapaženi su tek krajem 80-tih godina, kada je i počelo sve veće zanimanje u svijetu za Lean konceptom kao i njegovom primjenom u poduzeću.

Primjena Lean-a je moguća od strane poduzeća svih veličina i vrsti, gdje je moguće postići kontinuirana dugoročna poboljšanja. Također, Lean sustav je od proizvodnje prebačen na ostale djelatnosti u službi proizvodnje kao što su priprema proizvodnje, razvoj, transport, logistika, a počela je primjena lean-a u administraciji gdje pokazuje veliki potencijal.

U daljnjem tekstu se nakon prvog poglavlja, u kojemu je prikazana teoretska osnova lean-a, nalazi prikaz primjene lean-a u proizvodnom poduzeću Elektrokontakt d.d. unutar djelatnosti razvoja novog proizvoda. Tu je prikazano trenutno stanje sustava razvoja i izgled razvojnog procesa, kao i primjena lean-a unutar prve razvojne faze. Važan element procesa razvoja novih proizvoda je otklanjanje gubitaka u ranijima fazama, s ciljem sprječavanja daljnjih troškova. Unutar ovog poglavlja je obrađena metoda „kuća“ kvalitete koja služi za prijenos kupčevih zahtjeva i stanja tržišta na tehničke karakteristike novih proizvoda.

Mapiranje toka vrijednosti je važan lean „alat“ pomoću kojega se prikazuju crteži koji vizualiziraju tok materijala i tok informacija procesa koji se promatra. Kroz primjenu mapiranja toka vrijednosti se postiže zorno dočaravanje trenutačne situacije procesa, a zapažaju se gubitci koje je nužno otkloniti. Na crtežima toka vrijednosti nalazi se i podjela trajanja procesa na zastupljena vremena, pomoću kojih se lako mogu uočiti gubitci.

Također, uz sve lean metode i tehnike, najvažniji aspekt u primjeni lean-a su zaposlenici koji čine poduzeće efikasnim u težnji ka savršenstvu kroz sustavno provođenje usavršavanja poslovanja.

2. TEORETSKA OSNOVA LEAN SUSTAVA

Lean je riječ koja u doslovnom prijevodu znači tanko ili vitko, a postala je glavni termin za različite koncepte upravljanja, odnosno menadžmenta. Bilo da se odnosi na lean proizvodnju, lean projektiranje ili lean održavanje, termin lean se koristi u svim granama industrije. Lean podrazumijeva sustav kojime se postiže dodavanje vrijednosti aktivnostima različitih procesa i smanjenje gubitaka kroz redukciju i eliminaciju onih aktivnosti koje nemaju vrijednosti. Termin lean je povezan sa sustavom pomoću kojega poduzeće postiže veće poboljšanje utjecanjem na niz manjih problema, a njegov početak je u Toyotinom proizvodnom sustavu (Toyota Production System-TPS) koji se početkom 50-tih godina 20. stoljeća pa sve do danas razvija. Lean sustav uključuje skup metoda i „alata“ kojima se skraćuje proizvodno vrijeme i uklanjaju gubitci (jap. muda), a to su npr. mapiranje toka vrijednosti, pet S, kanban i poka-yoke.

Kroz takav sustav poduzeće koristi manje ljudskog rada za obavljanje posla, koristi manje materijala za stvaranje proizvoda i usluga, a to sve postiže kroz manje uloženog vremena, prostora i energije. Takva poduzeća su orijentirana prema kupcima, njihovim zahtjevima i potraživanjima, a proizvodi i usluge koje proizvode su objedinjeni kvalitetom i ekonomskom isplativošću. U tablici br. 1 na slijedećoj strani je prikazana usporedba poduzeća orijentiranog na masovnu proizvodnju i lean poduzeća.

U početku je lean terminologija bila vezana isključivo za proizvodnju. Danas je zbog povezanosti svih sektora poduzeća i kompatibilnosti poslovanja lean koncept proširen na cijelo poduzeće sve do administrativnih djelatnost gdje postoji pod nazivom lean administracija. Lean administracija je definirana kao primjena metoda i pristupa lean menadžmenta u područjima poslovnih procesa, bez obzira dali se primjenjuje u poduzeću ili administrativnoj instituciji, [1]. Da bi lean imao cjeloviti učinak potrebno je sustav neprestanog unapređenja procesa i eliminacije suvišnih troškova prilagoditi na cijelo poduzeće. To proširenje uključuje sve vrste djelatnosti: unutarnje funkcije, mreže dobavljača i kupaca, transport. Tada su svi zaposlenici, od top menadžmenta do pogonskih radnika,

stvaratelji i obdržavatelji lean sustava i njegove implementacije. U tom slučaju postoji cjelovito lean poduzeće, a ne samo proizvodnja s lean elementima.

Tablica br. 1: Usporedba Lean poduzeća sa masovnom proizvodnjom, [6]

	Masovna proizvodnja	Lean poduzeće
Osnovna djelatnost	Strategija je orijentirana na proizvod. Fokus je na iskorištavanju ekonomski stabilnog tržišta s postojanim proizvodnim rješenjima i klasičnim tehnologijama.	Strategija je orijentirana na kupca. Fokus je na otkrivanju i iskorištavanju promjena u vlastitoj konkurentnosti i na tržištu.
Organizacijska struktura	Hijerarhijska struktura uzduž funkcijskih linija. Potiče se zalaganje u funkciji i izvršavanje naredbi. Spriječen je protok vitalnih informacija koje naglašavaju gubitke, greške, netočnosti opreme i organizacijske nedostatke.	Horizontalna i fleksibilna struktura uzduž linija dodavanja vrijednosti. Potiču se individualne inicijative i protok informacija prilikom kojega se naglašavaju gubici, greške, netočnosti opreme i organizacijski nedostaci.
Operativna osnova	Oprema se koristi unutar radnih odjela. Izvršavanje naredbi, malo vještina za rješavanje problemskih zadataka.	Koristi se oprema koja pretpostavlja standardizaciju posla. Velika razina identifikacije problema, stvaranja hipoteza i eksperimentiranja.
Veličina serije	Velika serija	Mala serija
Kontrola kvalitete	Kontrola se izvršava pomoću uzorkovanja na temelju kontrolnih karata	Kontrola kvalitete se izvršava uzduž linije proizvodnje od strane radnika i automatiziranih kontrolnih stanica
Međuoperaci--jska skladištenja	Između proizvodnih operacija postoje čekanja poluproizvoda tokom proizvodnog procesa	Ne postoje među-operacijska čekanja ili postoje u malim količinama
Transport poluproizvoda između operacija	Poluproizvodi se između operacija transportiraju na odgovarajuća privremena skladišta gdje čekaju početak sljedeće faze proizvodnje	Transport poluproizvoda se između operacija odvija simultano bez čekanja.
Vrijeme ciklusa proizvodnje	Ukupan ciklus proizvodnje traje duže nego stvarno vrijeme obrade poluproizvoda	Ciklus proizvodnje je skraćen na približan zbroj trajanja vremena obrade svih operacija.

Lean sustavom se kroz upotrebu (što je moguće manje), vremena, materijala, prostora, objekata, financijskih sredstava, energije i ulaganja, teži stvaranju proizvoda ili usluga koji se onda mogu isporučiti kupcima po ukalkuliranoj cijeni. Gubici koji se pritom pojavljuju mogu imati različite uzroke, npr:

- **Korištenje veće količine sirovina za stvaranje proizvoda nego što je potrebno.** Iz toga proizlaze dodatni troškovi u vidu kupnje, transporta i skladištenja. Također se pojavljuju troškovi kod zbrinjavanja neispravnog i zastarjelog polaznog materijala.
- **Prekomjerno trajanje razvoja i stvaranja proizvoda i usluga.** Velika vremena čekanja uzrokuju nezadovoljstvo kupaca, kasniju isplatu, a također potrošnju energije, vremena rada zaposlenika, troškove transporta i skladištenja.
- **Stvaranje grešaka i narušena kvaliteta.** Uz to što neispravnosti uzrokuju pad radnog učinka i nezadovoljstvo kupca, uzrokuju dopunsku potrošnju materijala i vremena prilikom njihovog otklanjanja.
- **Višak proizvedenih proizvoda i zauzeće skladišta.** Proizvodnja je veća od prodaje. Prekomjerna skladištenja nepotrebno koriste prostor i sredstva za njihovo održavanje.
- **Korištenje više prostora nego što je potrebno.** Prekomjeran prostor uzrokuje investicijske troškove, kao i potrošnju energiju i rada zaposlenika za njegovo održavanje.
- **Korištenje viška alata i opreme.** Prekomjeran alat i oprema uzrokuje financijske izdatke prilikom kupnje, troškove održavanje i skladištenja.
- **Višak zaposlenika.** Višak zaposlenika koji obavljaju aktivnosti na određenim procesima stvaraju oportunističke i stvarne troškove.
- **Netočne ili djelomične informacije i radni nalozi.** Posljedice su pogreške, dodatan rad, izgubljeno vrijeme, prekoračenje rokova i opasnosti za zdravlje zaposlenih.
- **Nepravilno odvijanje rada.** Stvaraju se gubitci u vremenu i radnom učinku, kao i potencijalna sigurnosna prekoračenja.

2.1 Povijest lean-a

Dok se sustav specifičnih metoda, tehnika i „alata“ pod terminom lean pojavio krajem 80-ih godina 20. stoljeća na MIT-u (Massachusetts Institute of Technology) temeljem proučavanja TPS-a (Toyota Production System) u Toyotinim tvornicama u Japanu, začeci lean-a datiraju daleko u povijest. Povijesni izvori iz 1574. g. iz zapisa kralja Henrya III. govore o postojanju montaže galija pomoću kontinuiranog toka proizvodnje unutar jednog sata [7].

Lean primijenjen u proizvodnji je u stvari Toyotin proizvodni sustav koji je nastao početkom 50-ih godina 20. stoljeća u Japanu, razvija se još i danas. Tek su početkom 90-ih godina američki stručnjaci sa MIT-a uvidjeli superiornost japanskih automobila u pogledu kvalitete izrade i smanjenog vremena čekanja na isporuku gotovog automobila. Da bi smanjila dug i povećala konkurentnost Toyota je na čelu s tadašnjim glavnim menadžerima Taiichi Ohno i Eiji Toyoda, promijenila sustav poslovanja.

Novi sustav je sadržavao sljedeće bitne čimbenike: uklanjanje onih elemenata procesa koji ne pridonose u dodavanju vrijednosti gotovom proizvodu, smanjenje ciklusa proizvodnje i nedovršene proizvodnje s povećanjem fleksibilnosti sustava, proizvodnja proizvoda koji imaju kupce i razvoj proizvoda kakav kupac želi u što kraće mogućem roku. Ideja za taj novi proizvodni sustav u Toyoti je stvorena posjetom Ohna i Toyode proizvodnim postrojenjima Forda i SAD-u 1949. godine.

Uvidjevši nelogičnosti i probleme u fordovim proizvodnim procesima, nemoguću konkurentnost japana u takvim uvjetima i pojava se zahtjevniji kupaca, primijenili su stečena iskustva kroz TPS u japanu. Također su smanjili broj kooperanata i uveli Just-In-Time (JIT) koncept, pomoću kojega su skratili cikluse proizvodnje i smanjili skladištenja. TPS je preteča lean-a koji se spominje u različitim oblicima, a najčešće kao lean proizvodnja („Lean Manufacturing” ili „Lean Production“). Lean proizvodnja se koristi sve više u proizvodnim poduzećima u svijetu, i iako je nemoguće postići njezinu idealnu primjenu i eliminirati sve gubitke, ostaje težnja ka savršenstvu kao kontinuirani proces. Lean se kao skup poslovnih metoda nakon proizvodnje uvodi i u ostale sektore poduzeća, pa postoji i u obliku lean administracija kod koje je proizvod procesa informacija.

2.2 Područja primjene Lean sustava

Lean se može primjenjivati na svim područjima gdje su prisutni gubitci, i gdje postoji mogućnost za poboljšanje. Zato se primjena lean-a ne ograničava na određeno područje organizacije ili funkcije poduzeća, iako je njegova primjena započela u proizvodnji.

2.2.1 Poduzeće

Principi, filozofija i praksa lean-a je najučinkovitija prilikom primjene na čitavo poduzeće. Prilikom te primjene lean se nalazi u slijedećim oblicima:

- **Lean proizvodnja** (Lean Manufacturing ili Lean Production) je težnja za smanjenjem troškova u proizvodnom procesu, povećanjem kakvoće (otklanjanje škarta), maksimalnim pojednostavljenjem rada, kao i skraćenjem rokova isporuke.
- **Lean administracija** (Lean Office ili Lean Administration) je skup metoda koje se mogu koristiti za optimiranje procesa i učinkovitije iskorištavanje postojećih potencijala. Kompanije i institucije cijeloga svijeta, od GM do Deutch Telekom-a, pa bolnice i administracije općina, koriste ovaj pristup i imaju zato veliku korist. Lean administracija je definirana kao primjena metoda i pristupa Lean menadžmenta u područjima poslovnih procesa, bez obzira dali se primjenjuje u poduzeću ili administrativnoj instituciji.
- **Lean menadžment** je termin koji je povezan sa funkcijom menadžmenta u poduzeću. On uključuje upravljanje i provedbu lean-a u poduzeće, kao i kadrovske službe. Lean menadžment ima jedan jednostavan cilj: izbjeći gubitke u svakom mogućem obliku ili izgledu.
- **Lean razmišljanje** (Lean Thinking). Zbog toga što lean nije samo skup „alata“ i tehnika potrebno je unutar poduzeća koje je primijenilo novi sustav poslovanja promijeniti sustav djelovanja i ophođenja zaposlenika prema poslu i međusobno.

Svaki navedeni termin simbolizira oblik lean-a koji uz svu svoju individualnu korist najviše pridonosi poduzeću kada se primjenjuje u zajedništvu sa ostalim oblicima.

Procesi koji se odvijaju unutar poduzeća ne ostaju unutar odjela ili istih funkcionalnih razina, nego su multidisciplinarni i prelaze funkcionalne linije. Npr. proces koji objedinjuje nabavu i montažu, zajednička međuovisnost montaže, distribucije i kupca ili proces koji uključuje marketing, razvoj, konstrukciju i proizvodnju. Unutar tih procesa posao se ne obavlja u klasičnom stilu pomoću funkcionalnih odjela, nego se delegira na multidisciplinarne timove.

2.2.2 Zaposlenici

Zajedno sa sustavom metoda i „alata“ lean stavlja također važan naglasak na zaposlenike. Zato je postizanje potpune implementacije lean-a u poduzeće jedino moguće uključivanjem svih zaposlenika od menadžera pa do izvršnih radnika. To se postiže kroz trajnu izobrazbu, edukaciju, motivaciju i ohrabrivanje zaposlenika. Zaposlenici se moraju osjećati zaštićeni, sigurni u radnom okruženju i nagrađeni za svoj doprinos. Napušteni Fordov sustav masovne proizvodnje s nehumanim aspektima rada kao npr. maksimalno pojednostavljeni rad, nezainteresiranost zaposlenika za cjelokupan proizvodni proces i njegovo poboljšavanje je zamijenjen. Lean sustav doživljava radnike kao veliku vrijednost i orijentiran je na korištenje ideja i sugestija radnika formiranih u manjim timovima unutar radnih jedinica. Unutar radnih jedinica (ćelija) postoji neprekidan tok materijala, kojime upravlja tim fleksibilnih radnika koji rade na stalnom usavršavanju procesa i stvaraju međusoban pozitivan sinergijski učinak. Određena poduzeća obećavaju doživotno zaposlenje, a za uzvrat traže predanost i zalaganje radnika ka savršenstvu.

2.2.3 Radna okolina

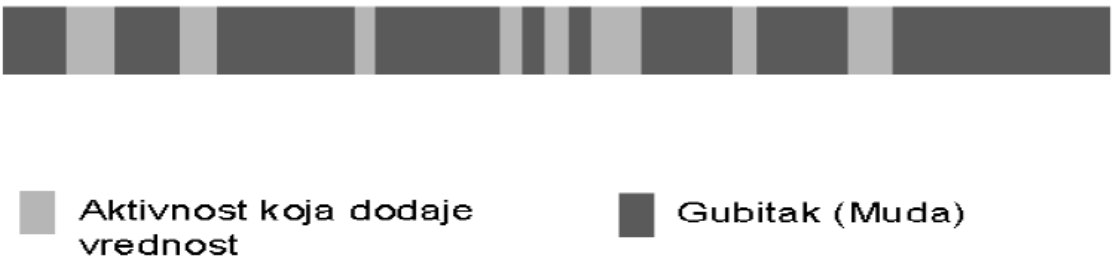
Slijedeći primjeri pokazuju utjecaj lean-a na ljudski i društveni faktor, kao i na radnu okolinu:

- Zaposlenici sve aktivnosti doživljavaju kao dijelovi procesa u službi kupca i dodavanja vrijednosti. Također primjećuju gubitke i aktivnosti koje ne dodaju vrijednosti.

- Zaposlenici sudjeluju na Kaizen radionicama gdje se pomoću trusta mozgova pokušava ukloniti gubitke i pronaći najbolja rješenja.
- Potiče se korištenje i komunikacija pomoću mapiranja toka vrijednosti, radnih sastanaka unutar radnih jedinica, procesnih dijagrama, kontrolnih karata, grafičkih analiza i ostalih korisnih instrumenata
- Kontinuirano pristižu sugestije i prijedlozi za unaprjeđenja od strane zaposlenika
- Sastanci su kratki i jezgroviti.
- Često zaposlenici zauzimaju nove funkcije i zadaće s ciljem postizanja veće kompletnosti kao članovi tima. Potiče se učenje, razmjena znanja i otvorenost ka promjenama i novim vidicima gledanja na stvarnost.
- Poslovanjem se stvaraju dugo održivi odnosi među zaposlenicima, dobavljačima i kupcima

2.3 Osnovne vrste gubitaka

Gubitak (eng. Wase, jap. Muda- gubitak, trošak) su aktivnosti koje troše resurse bez stvaranja vrijednosti za kupca. Postoje dva tipa ovog gubitka. Prvi tip uključuje one aktivnosti koje ne stvaraju vrijednosti, ali su iz nekog razloga neophodne za kompaniju. Drugi tip su one aktivnosti koje ne stvaraju vrijednosti, ali su nepotrebne za kompaniju.



Slika br. 1, Primjer procesa s udjelom vremena trajanja gubitaka i aktivnosti koje dodaju vrijednost, [3]

Toyotin proizvodni sustav TPS (inženjer Taiichi Ohno) definira 7 vrsta gubitaka koji su primjenjivi u svakom poduzeću, primjer je tablica br. 2.

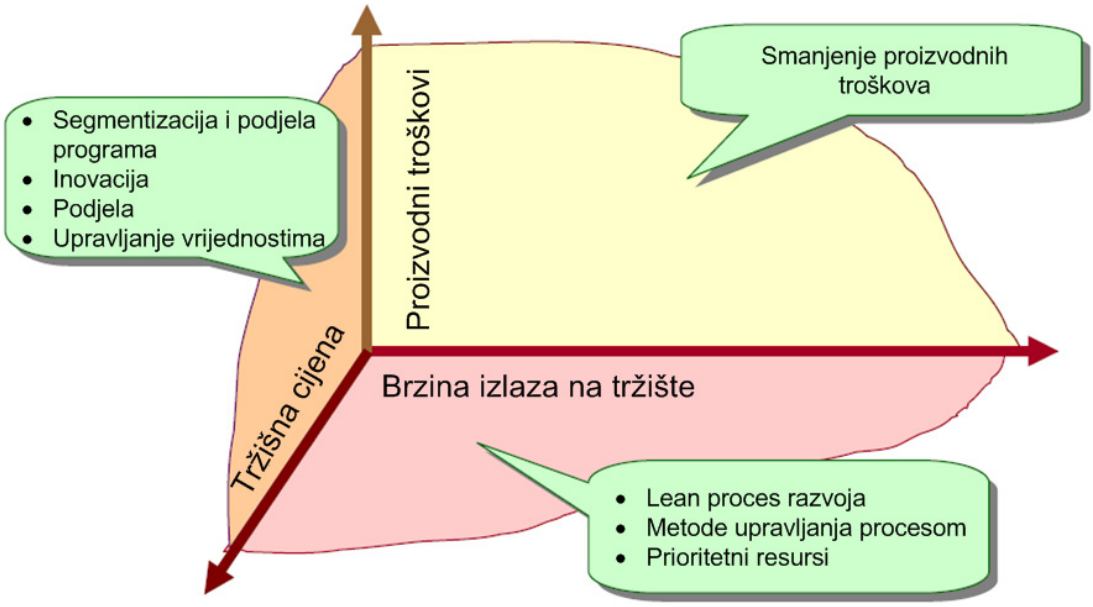
Tablica br.2, Sedam vrsta gubitaka, [1]

Vrsta gubitka	Primjer:
Prekomjerna proizvodnja i aktivnosti koje ne donose vrijednosti	Svaka proizvodnja veća od potražnje. To je nepotrebno korištenje radnih kapaciteta i materijala, npr. izrada „samo za svaki slučaj“ nekoliko stotina kopija nekog formulara, ili projektnih planova koji će stajati u nekoj ladici, ili slanje nepotrebne informacije na adresu za adresom. Svaki proizvod koji nije odmah prodan, ili ugrađen u konačni proizvod, zauzima prostor, smanjuje novčane resurse kojim poduzeće raspolaže i remeti tok proizvodnje.
Zalihe i prekomjeran inventar	Potrebno je pročistiti proračun poduzeća jer on veže kapital i zauzima prostor. Neki inventari, naposljetku, zahtijevaju organizacijske izdatke ako se proizvod mora transportirati do njegovog mjesta korištenja. Ovo vrijedi za sve dijelove i materijale koji su potrebni za različite aktivnosti, kao na primjer poslove održavanja.
Nepotreban transport	Materijal se premješta iz jednog skladišta u drugo, odgađa se vrijeme njihove obrade i koristi se nepotrebno vrijeme zaposlenika za transport.
Čekanje ili prazan hod	To je prazan hod procesa u svim dijelovima poduzeća, produživanje vremena obrade što znači da kupci nisu zadovoljeni na vrijeme. Uzrok može biti loše taktno vrijeme ili uska grla u proizvodnji.
Neprikladan radni proces	To je svaki proces koji nije u službi dodavanja vrijednosti na gotovi proizvod ili koristi neprikladnu tehnologiju, ili šteti kvaliteti proizvoda. Treba izbjegavati proizvodnju koja stvara proizvode koji zahtijevaju dopunsku obradu kojom se povećava vrijeme proizvodnje i prekida kontinuirani tok materijala.
Nepotrebni pokreti i kretanja	Oni uzrokuju da kvaliteta posla i produktivnost zaposlenika opada zbog neadekvatne ergonomije radnog mjesta. Kada se konstantno treba saginjati ili rastezati da bi se došlo do spisa ili alata, ili kada je potrebno hodati na kraj hodnika svaki put pri uzimanju ispisa iz pisaća koji je tamo smješten su primjeri rascjepa u procesima rada i prekida koncentracije. Nepripremljena radna mjesta produžuju pripremno-završno vrijeme.
Upiti i nedostaci kvalitete	Svaki proces, proizvod ili usluga koja ne zadovoljava zadane kriterije se smatra gubitkom. Greške na samim proizvodima direktno poskupljuju cijenu proizvoda, pojavljuju se netočnosti u dokumentima, kašnjenju isporuke i prekomjernom škartu. Također djeluju na usluge, jer različiti koraci procesa moraju biti ponavljani, npr. kada obrazac nije točno ispunjen, ili je pozivnica poslana sa krivim datumom. Umjesto rada korisnog posla, potrebo je ispraviti ranije stvorene pogreške.

3. PRIMJENA LEAN SUSTAVA U PODUZEĆU UNUTAR PROCESA RAZVOJA PROIZVODA

Toyotin sustav proizvodnje (TPS) adaptiran pod terminom Lean proizvodnja nije sam dovoljan za zadržavanje konkurentnosti poduzeća unutar sve kompleksnijeg tržišta. Zato je potrebno primijeniti Lean sustav na one procese unutar poduzeća koji utječu na razvoj i konstrukciju kvalitetnih proizvoda, koji moraju što brže stići na tržište. Nova nastojanja u razvoju teže ka stvaranju proizvoda sa smanjenim ciklusom proizvodnje, nižim razvojnim troškovima i povećanom razinom kvalitete proizvoda. Pojavljuju se sve veći zahtjevi od strane kupaca u pogledu stvaranja proizvoda koji troše manje energije, štedi energiju, prilagodljiv je kupcu, jednostavan za rukovanje, posjeduje jednostavan modularan način montaže, a također je pouzdan i neškodljiv za okoliš.

Glavni problem u tradicionalnom razvoju novih proizvoda je pojava prekida unutar razvojnog procesa, gdje se razvoj zaustavlja prije faze proizvodnje rezultirajući uzaludno potrošenim financijskim sredstvima. Npr; suviše kompleksna konstrukcija proizvoda za koju je nakon izvršenih kalkulacija sama proizvodnja nekonkurentna ili dugotrajna, s kojom je zbog kasne pojave proizvoda na tržištu smanjena njegova profitabilnost. Također, zakašnjela pojava proizvoda u proizvodnji sa manama u tehnološkom procesu, uzrokuje neiskorištenost lean proizvodnje.



Slika br. 2; Tri dimenzije koje obuhvaća Lean razvoj proizvoda, [9]

3.1 Analiza poduzeća Elektrokontakt d.d.

Elektrokontak je osnovan 1926. godine pod imenom Kontakt s kojim je poslovao do 1971 godine. Tada dolazi do okrupnjavanja elektroindustrije u Hrvatskoj pa dvije trećine Kontakta prelaze Končaru. Od toga nastaju Končar - mali kućanski aparati, Končar - ugostiteljska oprema i Končar Samobor. Kako trećina tvrtke, odjeli zaduženi za elektroničke dijelove i opremu, ne žele prijeći Končaru, nastaje kriza koja rezultira formiranjem novog poduzeća Elektrokontakt.

Sjedište se nalazi u Zagrebu, a predstavništva su raspoređena u Ljubljani, Sarajevu i Skopju. Nastalo je 1926. godine, sada je u 99,7% vlasništvu njemačke tvrtke E.G.O. ELEKTRO-GERAETE AG. Ono je najveća tvornica regulatora energije i štapnih regulatora, inače ključnih dijelova kuhinjskih štednjaka, u svijetu i pokriva oko 35 posto svjetskoga tržišta, dok se u Europi taj postotak penje na 80 posto. U Elektrokontaktu (EK) se godišnje proizvede 15 milijuna regulatora energije te 18 milijuna štapnih regulatora koji su ugrađeni u gotovo svaki treći štednjak na svijetu. Dnevno 150.000 proizvoda ide u izvoz. Od 1992. do danas upeterostručena je proizvodnja, a broj radnika se od oko 1276 povećao na 1350. Takav rast je omogućilo automatiziranje proizvodnje što je povećalo produktivnost, a što je pak omogućilo ulaganje u proizvodnju.

3.1.1 Ciljevi i vizija poduzeća

Opći cilj poduzeća je uspješnim gospodarenjem, na principima održivog razvoja, ispuniti sva očekivanja korisnika proizvoda i usluga. Konkretni ciljevi poduzeća određuju se godišnjim planskim dokumentom, koji se izrađuje na bazi dostignutih rezultata i procjene poslovnih okolnosti u okruženju uz primjenu principa održivog razvoja. Posebni ciljevi određuju se na godišnjoj razini za sve segmente poslovanja, a posebno mjesto zauzimaju ciljevi u pogledu kvalitete proizvoda i usluga, tj. ciljevi u pogledu unapređenja upravlja okolišem.

Nadzor nad realizacijom postavljenih ciljeva vrši se mjesečno u okviru nadležnih organizacijskih jedinica. Uprava i Nadzorni odbor tromjesečno analiziraju, izvještavaju i korigiraju aktivnosti.

3.1.2 Područja djelatnosti

Označene djelatnosti poduzeća Elektrokontakt d.d. zahtijevaju proces razvoja proizvoda.

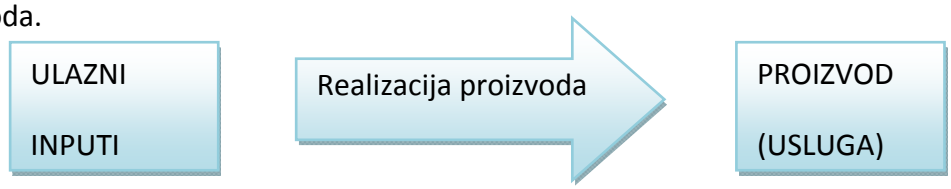
Tablica br.3, Prikaz područja djelatnosti Elektrokontakta d.d. s označenom potrebom za proces razvoja

Djelatnosti poduzeća	Razvoj
Proizvodnja ploča, listova i sl. od plast. masa	X
Proizvodnja ostalih proizvoda od plastičnih masa	X
Kovanje, prešanje metala i sl.; metalurgija praha	
Obrada i presvlačenje metala	
Proizvodnja alata	
Proizvodnja električnih aparata za kućanstvo	X
Proizvodnja računala i dr. opreme za obradu podataka	
Proizvodnja opreme za distribuciju i kontrolu el. energije	X
Proizvodnja ostale električne opreme	X
Proizvodnja opreme za kontrolu ind. procesa	
Tehničko ispitivanje i analiza	
Djelatnosti ostalih agencija u prijevozu	
Projektiranje, građenje i nadzor nad građenjem	
Pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane, pripremanje i usluživanje pića i napitaka i pružanje usluga smještaja	
Javni cestovni prijevoz putnika i tereta u domaćem i međunarodnom prometu	
Kupnja i prodaja robe	
Obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu	
Međunarodno otpremništvo	

Razlog korištenja lean sustava unutar razvojnog procesa je činjenica što ABC analiza pokazuje da označene djelatnosti utječu na stvaranje 80% dobiti. Zato je potrebno izvršiti analizu utjecaja na troškove svih procesa koji utječu na označene djelatnosti.

3.1.3 Prikaz ključnih procesa za nastanak proizvoda

Ključni procesi se bave realizacijom proizvoda, odnosno sadržani su u funkciji ostvarivanja proizvoda.



Slika br.3, Pojednostavljen prikaz funkcije nastanka proizvoda

Tablica br.4, Prikaz ključnih procesa nastanka proizvoda

Dijelovi funkcije realizacije proizvoda	
Marketing (analiza tržišta, zadovoljstvo korisnika)	Razvoj i konstrukcija
Prodaja (iznalaženje zahtjeva korisnika, provjera ugovora)	Uvođenje u proizvodnju
Planiranje i ispitivanje	Izmjena procesa
Nabavljanje	Proizvodnja

3.1.4 Proces razvoja i konstrukcije

Ciljevi procesa:

- Pokretanje projekta
- Odobravanje pojedinih faza izvršenja
- Ocjena usklađenosti sa zahtjevima

Razvoj i konstrukcija opisuje glavne stupnjeve razvoja novih proizvoda. Projekti se određuju i ustrojavaju u poslovnom području i/ili središnjem razvoju. Projekt počinje načelno s odobrenom objavom projekta.

Vrste projekata

- glavni projekt (> 50 TEURO) (tisuća eura)
- mali projekt (< 50 TEURO)
- nalog (< 25 TEURO)

Razlikuju se stupnjevi odobravanja i planski troškovi.

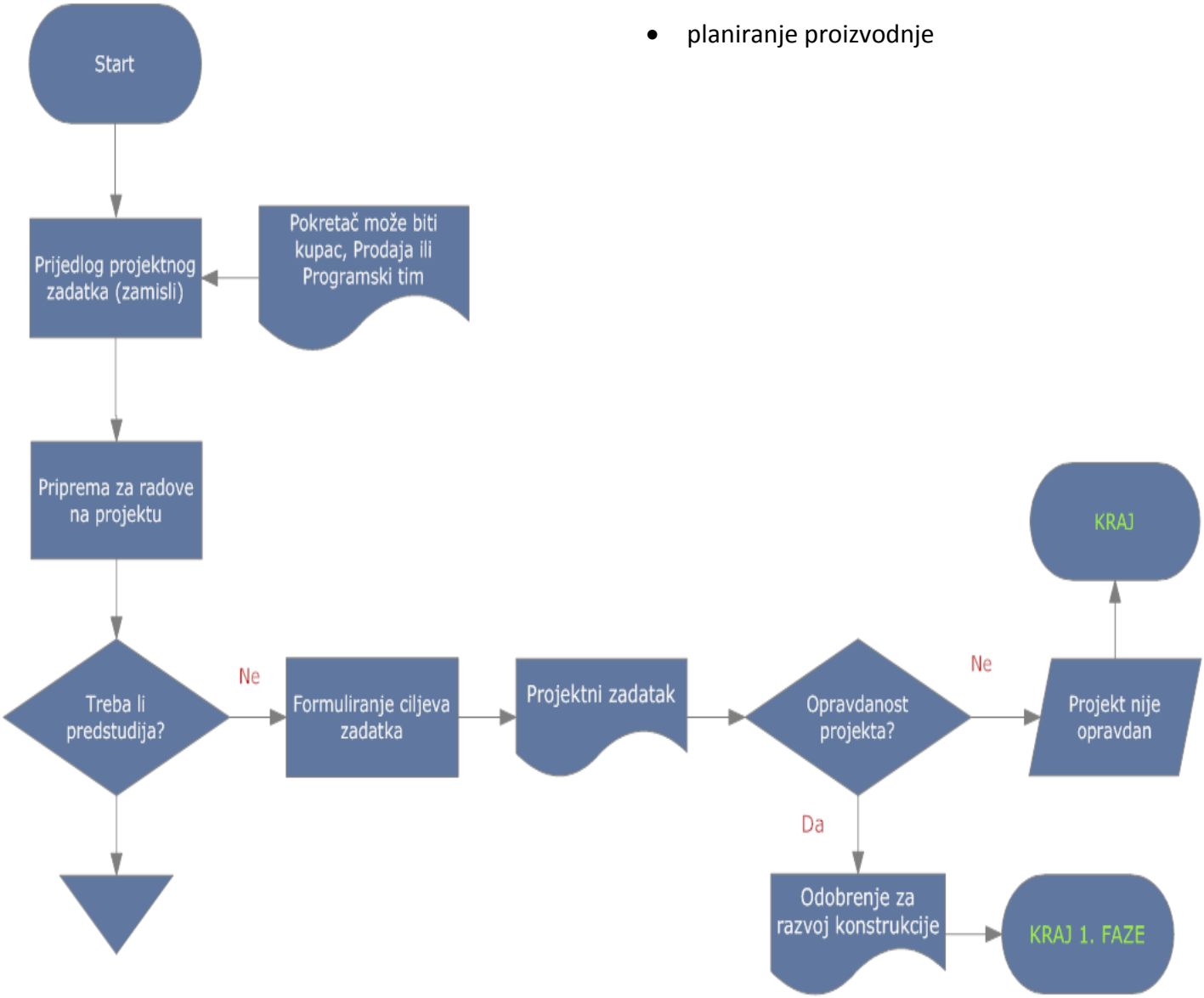
Tijek razvoja za glavne projekte

Kod glavnog projekta objava projekta je početak predstudije. U njemu su osnove projekta glede tržišnih podataka, tehnike, snošljivosti okoliša i gospodarske učinkovitosti. Obrađene su tako da se dobiju približne procjene troškova i rokova.

Posljedice predstudije sažete su kao ciljevi projekta u projektnoj specifikaciji I Projektna specifikacija II sabire dostignute ciljeve i odobrena odstupanja. Prijelaz s jedne na slijedeću razvojnu fazu obilježen s pokazateljima, dopušten je nakon uspješnog ispitivanja i pismenog odobrenja.

Razvojne djelatnosti raščlanjuju se u odjeljke:

- predstudijska faza /Idejno rješenje)
- faza konstrukcije
- planiranje proizvodnje



Slika br.4, Dijagram tijeka prve faze razvoja proizvoda

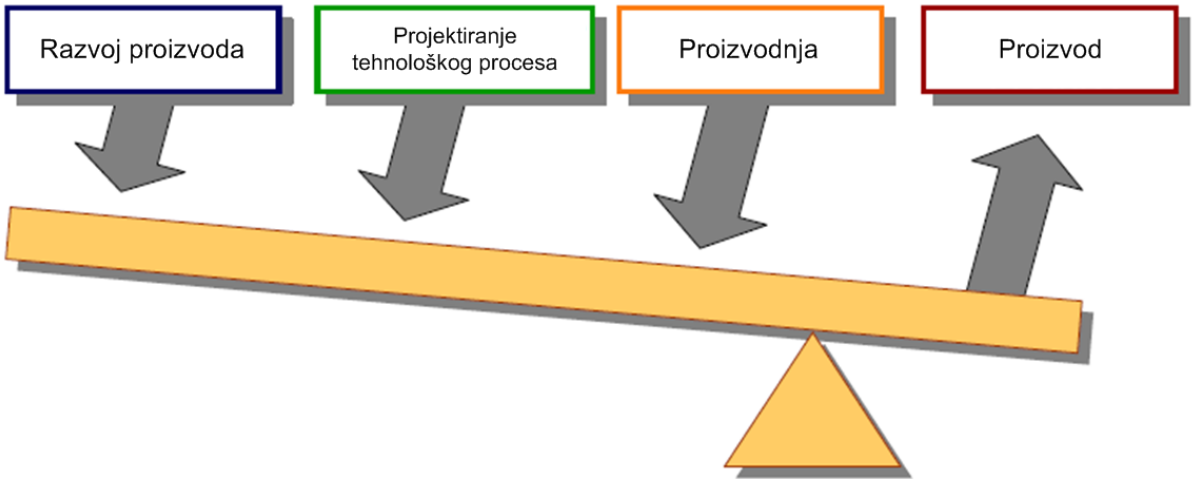
Kod opsežnih ili temeljitih izmjena ponavljaju se uspješno odrađena odobrenja. Projektnu specifikaciju odobrava Prodaja i poslovodstvo. Glavne projekte izvodi **projektni tim**. Tim čine: Voditelj projekta, suradnici iz Razvoja, proizvodnje i tijela za kvalitetu. Projekti od osobite važnosti definiraju se kao A-projekti. Odlučivanje o tom projektu donose Upravitelji programa i voditelja poslovnog područja / voditelja središnjeg razvoja. 0 A-projektima izvješćuje se u obliku "Projekt reporting" u propisanim vremenskim razmacima, razgovorima između voditelja projekta i upravitelja programa/voditelja poslovnih područja.

Rezultati razvoja

Rezultati pojedinih razvojnih faza, kao i konačnog razvoja se preispituju. Za izvođenje tog ispitivanja odgovoran je projektni tim. Konačni rezultati razvoja podvrgavaju se dodatnom ispitivanju u proizvodnim uvjetima. Voditelj projekta prikazuje rezultate u obliku dokumentacije koja obuhvaća:

- objavu projekta
- projektnu specifikaciju
- projektno izvješće (protokol)

Slika br. 4 prikazuje utjecaj na dodavanje vrijednosti proizvodu kroz ključne procese u njegovoj realizaciji pomoću principa poluge. Za ispravljanje grešaka u kasnijim fazama realizacije proizvoda su potrebna veća i kompliciranija ulaganja.



Slika br.5, Prikaz poluge utjecaja troška na realizaciju proizvoda

3.2 Primjena Lean-a u prvoj fazi razvoja

U nastavku je prikazano prikupljanje podataka vezanih za proces razvoja koji služe za izradu crteža toka vrijednosti, primjenjivanje lean-a u komunikaciji sa kupcima kroz istraživanje tržišta kroz potražnju za novim proizvodima u obliku „kuće kvalitete“ (eng. house of quality).

3.2.1 Prikupljanje podataka

U obrazac za prikupljanje podataka se unose specifične informacije vezane za proizvod (finalni output procesa) i korisnički zahtjevi za proizvod. Vremena odvijanja pojedinih dijelova procesa se temelje na prosječnim trajanjima unutar svih projekata.

Tablica br.5, Prikaz obrazaca za prikupljanje podataka

Obrazac za prikupljanje podataka	
Dostupno radno vrijeme zaposlenih	prosječno 200 dana sa 8 sati/dan
Vrijeme dostupnosti odvijanja procesa	240 radnih dana sa 8 sati/dan (8-16h)
Opis procesa:	Faza idejnog rješenja se sastoji od prikupljanja prijedloga projektnog zadatka, formuliranja ciljeva zadatka i odobravanja projekta.
Informacije o procesu:	
Predlaganje projektnog zadatka	Na temelju analize tržišta, kupaca i narudžbi za razvojem predlažu se projektni zadaci
Kupac	Projekt 3. stupnja (nalog)
Prodaja	Prodaja vrši analizu tržišta u potrazi za idejama
Potrebno vrijeme za analizu anketnih upitnika	
Količina neobrađenih upitnika	
Količina upitnika koja zahtjeva dodatnu obradu	
Vrijeme potrebno za predlaganje projektnog zadatka (zamisli)	
Broj zaposlenika Prodaje koji sudjeluje u	

predlaganju projektnog zadatka	
Projektni tim	Na temelju suradnje s Prodajom predlaže projektne zadatke
Potrebno vrijeme za analizu anketnih upitnika	
Količina neobrađenih upitnika	
Količina upitnika koja zahtjeva dodatnu obradu	
Vrijeme potrebno za predlaganje projektnog zadatka (zamisli)	
Vrijeme potrebno za formiranje tima	
Broj članova tima	
Priprema za radove na projektu	Na temelju prijedloga projektnog zadatka obavlja se formiranje zaduženog tima za pripremu
Vrijeme trajanja pripreme	
Količina neobrađenih projektnih prijedloga	
Količina projektnih prijedloga koja zahtjeva dodatnu obradu	Dopunska obrada se obavlja u suradnji sa Prodajom
Formiranje ciljeva zadataka projekta	Na temelju podataka tržišta, kupaca („house of quality“), projek. tim i konstrukcija definiraju ciljeve i izrađuju projektni zadatak
Potrebno vrijeme za formiranje ciljeva	
Količina radnog zaostatka	
Broj djelatnika za obradu projekt. prijedloga	
Odobravanje daljnjeg nastavka razvoja	Temeljem projektnog zadatka projekt. tim i Uprava odlučuje o prelasku razvoja u drugu fazu
Potrebno vrijeme za odlučivanje o opravdanosti projekta	
Potrebno vrijeme za odlučivanje i terminiranje prelaska na fazu konstrukcije	
Količina radnog zaostatka	
Broj djelatnika za obradu projekt. zadatka	
Količina projekt. zadataka koji zahtijevaju dodatne obrade	

3.2.2 Definiranje funkcija kvalitete

Da bi se kvantificiralo kvalitativne podatke dobivene iz različitih upitnika i tržišnih anketa potrebno je poznavati način na koji kupac definira vrijednosti. Konstrukcija proizvoda mora biti definirana tako da služi kupčevom zadovoljstvu i tehnološkoj jednostavnosti. Zato je potrebno informacije kupca prevesti na razumljiv jezik onim odjelima zaduženim za njegov razvoj. To se postiže pomoću lean metode definiranja funkcija kvalitete (**Quality function deployment** – QFD). Ona postiže pretvorbu kupčevih zahtjeva u kvalitetu konstrukcije, tako da definira funkcije kvalitete zadužene za izgled konstrukcije proizvoda. Tako se glas kupca pretvara u tehničke karakteristike.

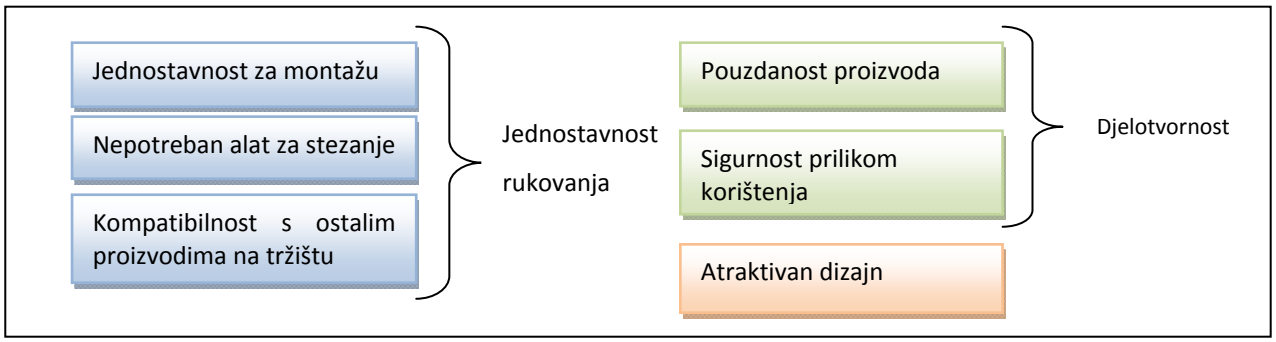
„Kuća kvalitete“ (eng. **house of quality - HOQ**)

Metoda temeljena na QFD-u je „kuća kvalitete“ (eng. **house of quality**). To je grafički metoda kojom se definira međudjelovanje kupčevih želja i proizvodnih mogućnosti poduzeća. Koristi plansku matricu kojom se definira odnos između kupčevog „što“ i „kako“ poduzeće može svojim proizvodom odgovoriti na kupčevo „što“.

Postupak provođenja ove metode sastoji se u slijedećim koracima:

1. **Korak – kupčeve želje** je prikupljanje kupčevih želja vezanih za nove proizvode strukturiranih njihovim riječima. Informacije se prikupljaju u organizaciji Prodaje kroz razgovor sa kupcima, prezentacije i upitnike, u kojima se potiču u izražavanju svojih želja i zapažanja.

Slika br. 5 prikazuje opisne pojmove želja kupaca koje je potrebno strukturirati u grupe po vrsti prije unošenja u matricu kuće kvalitete.



Slika br.6, Prikaz kupčevih želja kod novog proizvoda (podžbukna modularna sklopka)

2. **Korak – matrica planiranja** je kvantificiranje prioriteta kupčevih zahtjeva i želja, kao i percepcije kvalitete već postojećih proizvoda. Također, se u ovoj matrici prikazuje odluka o usmjeravanju konstrukcije temeljene na prioritetima kupca. Indikatori korišteni u ovoj matrici se dobivaju pomoću upitnika.

Prvi najvažniji podatak je **indikator važnosti.** On kvantificira relativnu važnost kupčevih želja upisane u lijevi dio HOQ matrice. Indikatori se prikazani u tablici HOQ pored kupčevih želja. Kupac na temelju upitnika sa već prikupljenim i upisanim kupčevim željama boduje svaku izjavu (1-nevažno do 5-vrlo važno); tablica br. 6.

Tablica br. 6, Bodovanje važnosti kupčevih želja temeljem upitnika

Upitnik za bodovanje definiranih želja kupaca	Ocijene važnosti				
Jednostavnost za montažu	1	2	3	(4)	5
Nepotreban alat za stezanje	1	2	(3)	4	5
Pouzdanost proizvoda	1	2	3	4	(5)
Atraktivan dizajn	1	2	3	(4)	5

Slijedeći podatak iz matrice planiranja pokazuje stupanj zadovoljstva kupaca sa već postojećim proizvodima. Kupci procjenjuju već postojeće proizvode s obzirom na vlastite želje i zahtjeve, s obzirom na navedeni kupčev zahtjev. Tablica br. 7 prikazuje usporedbu dosadašnjeg elektroinstalacijskog materijala (podžbukni utičnica i prekidač) s konkurencijom

Tablica br. 7, Prikaz usporedbe dosadašnjeg vlastitog s konkurentnim proizvodima

Upitnik za usporedbu vlastitog proizvoda s proizvodima konkurencije					
Poduzeće Elektrokontat d.d. 🔴	Konkurent A 🔵		Konkurent B 🟡		
Prethodno utvrđene želje kupca	**Ocjena proizvoda**				
	1	2	3	4	5
Jednostavnost za montažu		🔴		🟡	🔵
Nepotreban alat za stezanje			🔴🟡	🔵	
Pouzdanost proizvoda			🟡	🔴	🔵
Atraktivan dizajn			🔴	🔵	🟡

Slijedeće faktore koji su također uključeni u matricu planiranja donosi razvojni tim, a na temelju definiranih ocjena važnosti kupčevih želja služe za određivanje ukupnog indeksa značajnosti.

Planirani indeks zadovoljstva označava planiranu ocjenu novog proizvoda za navedene kupčeve zahtjeve na temelju analize sadašnjeg stanja.

Faktor poboljšanja se dobije kao umnožak faktora porasta 0,2 (donosi ga razvojni tim) s razlikom planiranog indeksa zadovoljstva i trenutačnom ocjenom proizvoda. Dobiven broj s pribrojenom jedinicom tvori faktor poboljšanja.

Prodajni faktor govori koliko će zadovoljavanje definirane kupčeve želje pridonijeti u pogledu prodaje i marketinga, odnosno koliko konkretna kupčeva želja pridonosi novom proizvodu kroz reklamu i marketing. (npr. 1 – 1.5)

Ukupni indeks značajnosti konkretne kupčeve želje je umnožak indikatora važnosti, faktora poboljšanja i prodajnog faktora.

U slijedećoj tablici je prikazana matrica planiranja za novi proizvod podžbuknog programa (utičnica i prekidač).

Tablica br. 8, Matrica planiranja

Prethodno utvrđene želje kupca	**Indikator važnosti**	**Poduzeće Elektrokontakt**	**Konkurentno poduzeće A**	**Konkurentno poduzeće B**	**Plan. Indeks zadovoljstva**	**Faktor poboljšanja**	**Prodajni faktor**	**Uk. indeks značajnosti**
Jednostavnost za montažu	4	2	5	4	4	1,4	1,4	7,84
Nepotreban alat za stezanje	3	3	4	3	5	1,4	1,3	5,46
Pouzdanost proizvoda	5	4	3	3	5	1,2	1	6
Atraktivan dizajn	4	3	4	5	4	1,2	1,4	6,72

3. Korak – Tehnički zahtjevi konstrukcijske karakteristike, odnosno opis proizvoda kroz gledište poduzeća ili razvojnog tima. Potrebno je označiti smjer promjene u tehničkim zahtjevima prilikom razvoja.

U tablici br. 9 su prikazani tehnički zahtjevi za razvoj novog podžbuknog programa elektroinstalacijskog materijala.

Tablica br. 9, Obrazac za upis tehničkih zahtjeva novog proizvoda

Obrazac tehničkih zahtjeva	
Tehničke karakteristike	**Smjer promjene**
Kompatibilnost s antenskim utičnicama	⇧
Veličina modula	⇩
Širina modula	⇩
Vrsta stezaljki vodiča	
Broj različitih boja utičnica	⇧

4. Korak – Određivanje međuovisnosti između želja kupca i tehničkih zahtjeva novog proizvoda se obavlja od strane razvojnog tima. Razmatra se ovisnost svakog tehničkog zahtjeva i svake želje kupca i upisuje u središnji dio matrice „kuće kvalitete“. Npr. koji je utjecaj širine modula s atraktivnošću dizajna (velik +3, srednji +2, mali +1, nikakav 0.)

Tablica br 10, Tablica međuovisnosti tehničkih zahtjeva i kupčevih želja

Kupčeve želje / **Tehnički zahtjevi**	Pouzdanost proizvoda	Jednostavnost za montažu	Atraktivan dizajn
Kompatibilnost s antenskim utičnicama	+2	+2	0
Broj različitih boja utičnica	0	0	+3
Vrsta stezaljki vodiča	+3	+2	0

5. Korak – Međusobni utjecaj tehničkih karakteristika pokazuje da li će poboljšavanje jedne od označenih tehničkih karakteristika imati pozitivan ili negativan utjecaj na drugu karakteristiku. Ukoliko poboljšavanje jedne od karakteristika poboljšava i drugu označava se sa +, u suprotnom sa -.

Ovi pokazatelji se smještaju u „krov“ „kuće“ kvalitete u obliku trokuta. Važnost ovih pokazatelja se očituje u naglašavanju potencijala određenih tehničkih karakteristika i ukazivanju potrebe za inovativnom promjenom konstrukcije zbog otklanjanja potrebnih kompromisa.

6. Korak – Završni ciljevi kompletiraju sve unešene podatke u matricu i zaključke razvojnog tima. Ovaj korak se sastoji od tri podatka:

Konstrukcijski prioriteti su relativne važnosti svakog tehničkog zahtjeva novog proizvoda u pogledu zadovoljavanja kupčevih zahtjeva. Računaju se pomoću ukupnog indeksa značajnosti i stupnja međuovisnosti kupčevih želja i tehničkih zahtjeva. Za svaki tehnički zahtjev sumiraju se umnošci stupnja međuovisnosti i uk. Indeksa značajnosti. Primjer je tablica br. 11.

Tablica br. 11, Prikaz izračuna konstrukcijskih prioriteta

Kupčeve želje / **Tehnički zahtjevi**	Pouzdanost proizvoda	Jednostavnost za montažu	Atraktivan dizajn	Konstrukcijski prioriteti
Kompatibilnost s antenskim utičnicama	+2	+2	0	**27,68**
Broj različitih boja utičnica	0	0	+3	**20,16**
Vrsta stezaljki vodiča	+3	+2	0	**33,68**
Uk. indeks značajnosti	6	7,84	6,72	

Benchmarking konkurencije je potrebno izvršiti za svaki tehnički zahtjev i usporediti ga sa vlastitim sadašnjim proizvodom. On služi za usporedbu sadašnjeg proizvoda kojega je potrebno izmijeniti kroz razvoj sa konkurentnim proizvodima.

Ciljevi razvoja su završni podaci dobiveni od strane razvojnog tima sagledavanjem svih podataka iz matrice „kuće“ kvalitete. Primjer je tablica br. 12.

7. Korak izrada „kuće“ kvalitete

Nakon sakupljenih podataka iz prethodnih koraka izrađuje se matrica „kuće“ kvalitete prikazana na slici br. 6.

Simboli za korelaciju
+ Pozitivna korelacija
- Negativna korelacija

SMJER UNAPRJEĐENJA		⇧		⇩							
TEHNIČKI ZAHTJEVI / KUPČEVE ŽELJE	Indikator važnosti	Br. različitih boja utičnica	Vrsta stezaljki vodiča	Veličina modula	MATRICA PLANIRANJA						
					Poduzeće Elektrokontakt	**Konkurentno poduzeće A**	**Konkurentno poduzeće B**	**Plan. Indeks zadovoljstva**	**Faktor poboljšanja**	**Prodajni faktor**	**Uk. indeks značajnosti**	**Postotak od ukupnog**
Pouzdanost proizvoda	5		●	■	4	3	3	5	1,2	1	6	29
Jednostavnost za montažu	4		■	▲	2	5	4	4	1,4	1,4	7,84	38
Atraktivan dizajn	4	●		▲	3	4	5	4	1,2	1,4	6,72	33
KONSTRUKCIJSKI PRIORITETI		20,16	33,68	38,28								
POSTOTAK OD UKUPNOG		22	37	41								
Tehnički benchmarking: Proizvod Elektrokontakta		4	v.	25,45								
Tehnički benchmarking: Proizvod konkurenta A		6	b.v.	22,45								
Tehnički benchmarking: Proizvod konkutenta B		12	v	25,45								
CILJEVI RAZVOJA		10	b.v.	22,45								

Oznake za značaj međuovisnosti
● Velika međuovisnost
■ Srednja međuovisnost
▲ Mala međuovisnost

Slika br. 7, Prikaz „kuće“ kvalitete

Tablica br. 12, Prikaz Benchmarkinga konkurencije na temelju tehničkih zahtjeva

Benchmarking konkurencije / Tehnički zahtjevi	Proizvod Elektrokontaka	Proizvod konkurenta A	Proizvod konkurenta B	Ciljevi razvoja
Kompatibilnost s antenskim utičnicama	NE	DA	NE	**DA**
Broj različitih boja utičnica	4	6	12	**10**
Vrsta stezaljki vodiča	vijčane	bezvijčane	vijčane	**bezvijčane**
Veličina modula	25x45	22,5x45	22,45	**22,45**

3.2 Postignuti efekti i prijedlozi daljnje provedbe Lean-a

1. Poduzeće Elektrokontakt d.d. koristi standardne obrasce za prikupljanje podataka o tijeku procesa razvoja kao predloške za izradu crteža toka vrijednosti. S obzirom na podjelu projekata na tri razine u pogledu cijene: glavni projekt (>50), mali projekt (<50 tisuća eura), nalog (< 25 tisuća eura), ostaje mogućnost izrade specifičnih obrazaca za svaku vrstu projekata. Također je moguće izvršiti podjelu razvojnih projekata s obzirom na druge parametre.

2. Proces razvoja sadrži dijelove procesa u kojima se izvršava propitivanje o mogućem prestanku danjeg razvoja i zaustavljanje projekta, ili povratak na neku od prethodnih faza. To se provodi radi sprječavanja nepotrebnog gubitka financijskih sredstava kroz danje nepotrebne faze. Ovdje je otvorena mogućnost za izradu razvojnog procesa sa više faza odlučivanja o nastavku ili korekcijama procesa.

3. Za praćenje i kontrolu svih razvojnih procesa zadužen je razvojni tim na čelu s njegovim upraviteljem. Zbog uspješnije analize gubitaka i deficita kvalitete u razvojnim projektima, potrebno je delegirati manje timove zadužene za konkretne procese i organizirati češće,

kraće i produktivnije sastanke s ciljem unaprjeđenja kvalitete i brzog otkrivanja gubitaka. Također se mogu organizirati Kaizen radionice u koje bi bila uključeni predstavnici Uprave, Prodaje i ostalih zaposlenika unutar razvojnog procesa.

4. Poduzeće na temelju upitnika prikuplja informacije stanja i zahtjeva tržišta, te provodi analizu definiranjem funkcije kvalitete metodom „kuća“ kvalitete (eng. House of quality). Da bi se točnije prikupljalo informacije sa tržišta moguće je primijeniti Kano model koji razlučuje nužne potrebe, standardne i posebne tržišne (kupčeve) zahtjeve i njih strukturira u obliku upitnika za prikupljanje podataka od kupaca.

5. Dio razvojnog tima se također bavi nalozima, odnosno malim projektima kod kojih je opseg rashoda nizak. Za njih je potrebno pojednostaviti i skratiti tijek procesa, kao i izradu približne procjene troškova i terminsko planiranje.

6. Podaci i zapažanja sakupljeni iz sadašnjih i proteklih razvojnih projekata se neadekvatno koriste i arhiviraju. Moguće je primijeniti metodu FMEA (Failure mode and effects analysis), tj preventivni postupak analize mogućeg utjecaja pogreške koja služi za sistematsko prikupljanje, analizu, dokumentiranje i praćenje grešaka u razvojnim fazama kao i otkrivanje potencijalnih kvarova na proizvodima u ranim fazama konstrukcije. Metoda služi za otklanjanje grešaka u ranijim dijelovima procesa, a sakupljeni podaci koriste za buduće razvojne projekte kao ulazni podaci. Također je potrebno formiranje tima za provedbu FEMA metode.

4. MAPIRANJE TOKA VRIJEDNOSTI

Tok informacija i materijala se u LEAN terminologiji općenito naziva **tok vrijednosti** (**Value stream**). Tok kojime informacije ili materijal prolazi je potaknut određenim inputom koji npr. može biti radni nalog ili narudžba. Taj tok je sadržan u procesu, odnosno njegovim dijelovima i aktivnostima. Tok vrijednosti je tok svih aktivnosti, kako onih koje dodaju vrijednost završnom proizvodu, tako i onih koje ne dodaju vrijednost (gubici), koje su potrebne da se zahtjev ispuni. Prikaz toka vrijednosti su crteži koji vizualiziraju tok materijala i tok informacija. Mapiranje je aktivnost koja objedinjuje sve dijelove procesa i prikazuje tok vrijednosti promatranog procesa. Postoje dvije vrste prikaza. Prvi je crtež trenutačnog stanja koji opisuje procese kakvi jesu (status quo), dok je drugi crtež budućeg stanja koji opisuje idealno stanje temeljeno na korištenju LEAN metoda i tehnika u poduzeću.

4.1 Razumijevanje koncepta vrijednosti

Za razumijevanje koncepta vrijednosti potrebno je naglasiti činjenicu da je vrijednost pojam koji je načelno svima jasan, ali zbog svoje subjektivne percepcije za svakog korisnika može biti i višeznačan. Također je poimanje vrijednosti ovisno o vremenu i okolnostima, tako da je ono iako višeznačno, kod interpretiranja u vidu Lean-a orijentirano na kupce proizvoda i korisnike usluga. Zato je dostava vrijednosti u obliku koji je najefikasniji i osnova za daljnje proučavanje i određivanje same baze aktivnosti i postupaka poduzeća. Slijedeća pitanja su temeljna za stvaranje proizvoda koji su nositelji vrijednosti:

- Što je potrebno napraviti?
- Kako je to moguće napraviti?
- Da li se to uopće smije napraviti?

Definiranje vrijednosti je važno, jer ono daje svrhu postojanja Lean procesa koji objedinjuju i povezuju aktivnosti kroz kontinuirani tok dodavanja vrijednosti.

Stvaranje vrijednosti je uvijek polazna točka Lean menadžmenta. Kada je moguće, svaka bi aktivnost trebala stvarati vrijednosti. Ne smije biti nepotrebnih procesa koji su trošak i koji umanjuju rezultate posla. Nije bitno kakve su to vrijednosti ili da li je „kupac“ vanjski korisnik ili unutarnja funkcija. Obrazac za godišnji stvara vrijednost za zaposlenika, rezultati računovodstva uprave stvaraju vrijednost za upravu, građevinska dozvola stvara vrijednost vlasniku lokacije zgrade. U okviru gornjeg primjera vrijednosti se mogu izražavati u terminima novca, razmjene dobara, postignućima, čak i u načelima ili standardima.

4.1.1 Vrijednost

Vrijednost je uvijek vezana uz materijalni proizvod, uslugu, informaciju ili kombinaciju navedenog, pa je od velike važnosti razumijevanje kako se vrijednost:

a) stvara
b) primjenjuje
c) mjeri
d) i prosljeđuje

- Koje su etape procesa, odnosno aktivnosti zadužene za stvaranje vrijednosti?
- Na koji način poduzeće ili proizvodna organizacija kroz konkretan proizvod ili uslugu dolazi do vrijednosti?
- Kako procijeniti koliko je kupac ili klijent sposoban „platiti“ (bilo novcem, vremenom, ili drugim resursom) za tu vrijednost?
- Na koji način se ona razmjenjuje?

Na vrijednost utječu različiti čimbenici kao što su: lokacija, tržište, vrijeme, terminiranje, forma, funkcija, integracija, međudjelovanje, resursi, potražnja, i dr. , dok je za definiranje vrijednosti zadužen **kupac**, [8].

Kupac, (koji je na kraju cijelog procesa stvaranja vrijednosti) koristi **stvarnu vrijednost** koja je završna faza, (za razliku od posrednih vrijednosti koje su važne „korisniku“ koji je u unutarnjoj funkciji procesa). Efikasno poduzeće može biti vođeno samo onda kada je

menadžment upoznat sa svojim poslovnim procesima, (kada poznaje strukturu, procese i aktivnosti svakog zaposlenika, također i troškove uzrokovane od svakog od zaposlenika), pa je u mogućnosti stvoriti vrijednosti bez gubitaka. To je također moguće postići i u svim poslovnim procesima (uslužnim i proizvodnim).

4.1.2 Vrste aktivnosti u službi vrijednosti

Poslovni procesi su glavno težište Lean-a, jer baš oni moraju biti optimizirani, (prije nego se nešto možete poboljšati potrebno je to detaljno poznavati). Zato je analiza prvi korak u svakoj reorganizaciji. Takvom analizom snimaju se poslovni procesi u svakom detalju, proučavajući, imenujući i mjereći svaki korak pojedinog procesa, kako bi se utvrdio njegov doprinos dodavanju vrijednosti sa korisnikovog aspekta. U isto vrijeme aktivnosti se kategoriziraju jer se u svakoj razini aktivnosti mogu ustanoviti dvije vrste aktivnosti, one koje dodaju i koje ne dodaju vrijednosti tokom procesa.

a) Aktivnosti koje dodaju vrijednosti

npr. aktivnosti koje su u službi dobrobiti kupca. Materijal ili informacija se šalje kroz faze procesa u kojima joj se stvaraju vrijednosti u obliku idućeg poluproizvoda. Kupac kupnjom krajnjeg proizvoda ujedno i plaća sve nadodane vrijednosti u svim fazama procesa tome proizvodu.

Kod Lean-a se vrijednost outputa procesa definira samo sa stanovišta korisnika (kupca), tako da aktivnost ukoliko stvara vrijednost mora zadovoljiti tri važna kriterija:

- Kupac je voljan platiti za proizvod koji nastaje dodavanjem vrijednosti proizvodu u svim etapama procesa stvaranja proizvoda
- Aktivnost je u stanju transformirati materijal ili informaciju tokom procesa u naredni poluproizvod koji je vredniji (s motrišta kupca)
- Aktivnost se mora provoditi u skladu sa definiranim procesom, točno i pravovremeno.

Primjenjivost ovih kriterija se očituje u svim aktivnostima, događajima, pod-procesima, dijelovima opreme, kadrovima i ostalim resursima karakterističnog procesa.

b) Aktivnosti koje ne dodaju vrijednosti

npr. aktivnosti koje zahtijevaju određene količine materijala, prostora ili vremena bez pridonošenja u stvaranju vrijednosti niti u kojem pogledu, a pogotovo pogledu kupca koji ih ne treba niti ih traži (**suvišne aktivnosti**). Ukoliko aktivnost ne zadovoljava jedan od navedenih kriterija, onda ona ne stvara vrijednost. Tada za nju kupac nije voljan platiti, ili aktivnost nije transformirala idući poluproizvod niti u jednom mjerljivom pogledu, ili nije točno izvršena. Drugim riječima, sa stanovišta kupca se takva aktivnost smatra kao **gubitak** u vremenu ili drugom čimbeniku. Također aktivnost koje nemaju neposredne vrijednosti za kupca jesu gubitak (ali neizbježan) i ne stvaraju vrijednosti, ali nisu suvišne, nego su iz određenih razloga potrebne: npr. aktivnosti koje direktno ne sudjeluju u stvaranju kupčevog zadovoljstva, ali su neophodne kao priprema ili podrška. One su kod postojećih proizvodnih ili nabavnih procesa neizbježne, jer je za njihovu eliminaciju potrebno izvršiti radikalnu izmjenu procesa što nije izgledno ili moguće postići za kratko vrijeme. Na temelju rezultata Lean centra za poslovna istraživanja (LERC), prikazani su postoci sadržaja aktivnosti pri procesima u proizvodnoj kompaniji, [2]:

• Aktivnosti koje dodaju vrijednosti	5%
• Aktivnosti koje ne dodaju vrijednosti	60%
• Neophodne aktivnosti koje ne dodaju vrijednosti	35%
• Ukupne aktivnosti	100%

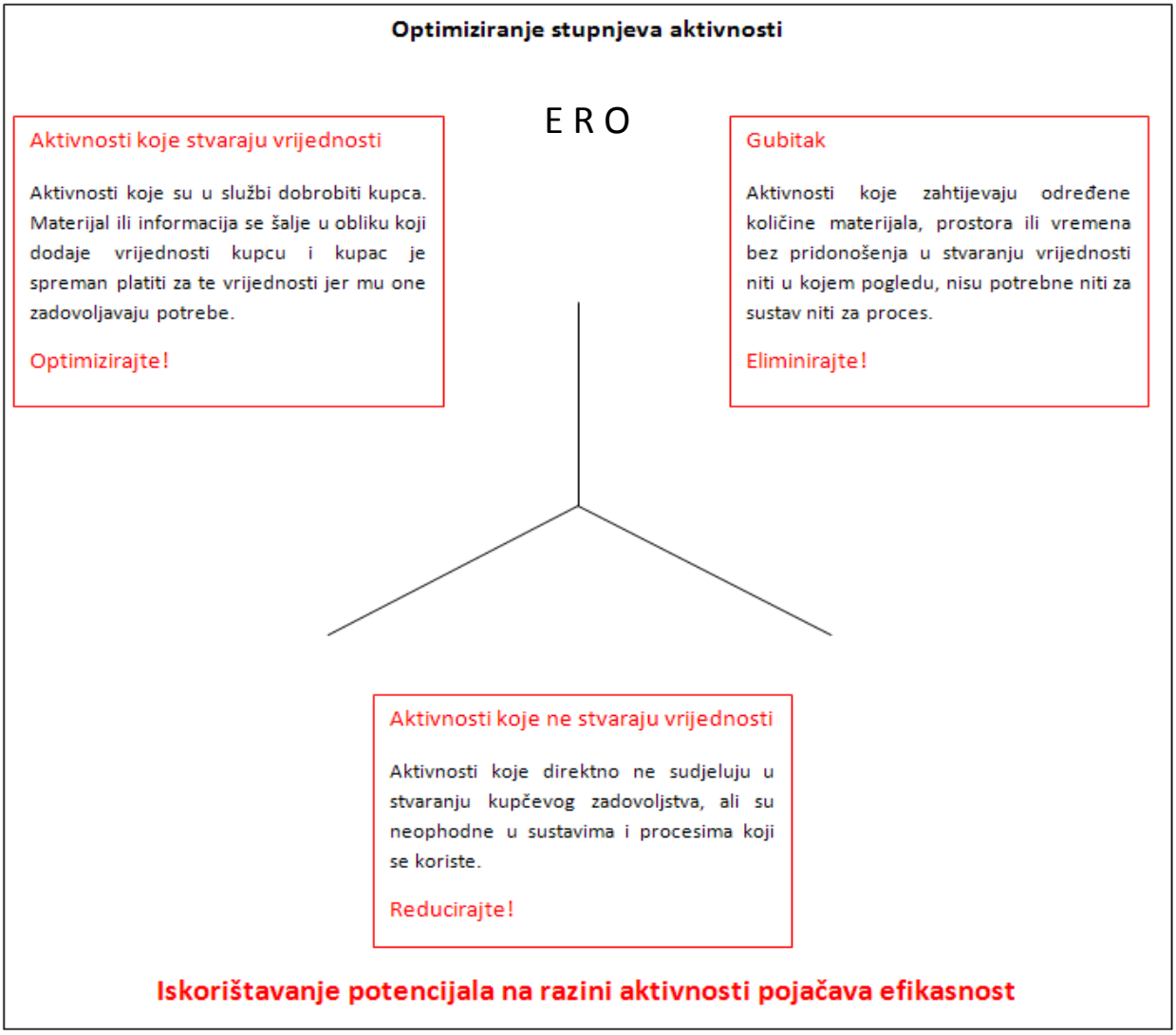
Pri tome se može iz gornjih podataka izvesti zaključak da 60% aktivnosti u proizvodnom poduzeću ostaje kao potencijal za buduću eliminaciju ili za buduća poboljšanja.

Kada se govori o aktivnostima koje ne stvaraju vrijednost važno je ponoviti da Toyotin proizvodni sustav (TPS) definira gubitke kroz tri M-a: *muda, mura i muri*, odnosno gubitak (trošak), promjenjivost (nejednakost) i nepotreban rad., [3]

- ✓ **Muda** (gubitak, trošak): To su aktivnosti koje troše resurse bez stvaranja vrijednosti za kupca. Postoje dva tipa ovog gubitka. Prvi tip uključuje one aktivnosti koje ne

stvaraju vrijednosti, ali su iz nekog razloga neophodne za kompaniju. Drugi tip su one aktivnosti koje ne stvaraju vrijednosti, ali su nepotrebne za kompaniju.

- ✓ **Mura** (promjenjivost, nejednakost): To je gubitak nastao u varijacijama kvalitete, troškova, ili dostave. On se očituje u aktivnostima koje nisu tečne i dosljedne, a zamjećuje se u svim resursima koji su potrošeni zbog oscilacija u kvaliteti (npr. testiranje, provjere, zadržavanje, povrat, prekovremeni rad, neplanirani put). Za njegovo smanjenje je potrebno primijeniti tehnike za smanjenje varijacija.
- ✓ **Muri** (nepotreban rad): To je neopravdano i nepotrebno opterećivanje ljudi, opreme, ili sustava prema zahtjevima koji prelaze kapacitet. Uzrok ovog gubitka se nalazi u nepravilno projektiranim procesima i radnjama. *Muri* je uzrokovan pokretima koji su štetni, uzrokuju troškove i nepotrebni su, a za njihovo uklanjanje je potrebno izvršiti ergonomsku procjenu i detaljnu analizu konkretnih procesa.



Slika br.8 – Primjer podjele aktivnosti s obzirom na vrijednosti prema [1]

Prvi tip *Muda* gubitaka je često prisutan zbog trenutnih ograničenja proizvodnog sustava ili tehnološkog procesa, zakonodavnih propisa, ustaljenih poslovnih obrazaca. Zato je ovaj tip često toliko uvriježen u sustav da ga je vrlo teško razotkriti, ali kada se eliminira postižu se zato velike uštede. Primjeri ovog tipa gubitka su:

- opće troškovne aktivnost kao npr. administracija, računovodstvo i financije
- birokracija, npr. formulari, izvještaji i odobrenja
- podrška proizvodnji, npr. testiranje proizvoda, kontrola kvalitete i transport

Primjer u proizvodnji vijaka u velikom količinama korištenjem obrade odvajanjem čestica daje tehnološki proces prilagođen toj tehnologiji, pa se aktivnosti toga procesa mogu činiti kao one koje stvaraju vrijednosti, ali su u stvari prekriveni Prvi tip *muda* gubitaka jer pri promjeni tehnološkog procesa u obradu deformiranjem se postiže eliminacija nekih od ranije postojećih aktivnosti kao i racionalnija potrošnja resursa.

4.2 Izrada mape toka vrijednosti – Analiza procesa

Nakon izvršenih prethodnih analiza iz prethodnih poglavlja u kojima je analizirana struktura poduzeća i narudžbi, izvršava se analiza odabranih procesa izradom mape toka vrijednosti. Analiza procesa biti će baza za kasnije formiranje kompletnih, nezavisnih modula sa precizno definiranim međudjelovanjem koji će stvarati optimalne tokove procesa. Odvijanje analize se vrši u dva koraka. U prvom se vrši gruba analiza procesa korištenjem mapa vrijednosti, dok se u drugom koraku obavlja detaljnija analiza koja služi za identifikaciju dodatnih gubitaka i područja koja zahtijevaju doradu i promjenu. Pitanja na koja se želi odgovoriti u daljnjem postupku su: Na koji način se vrijednosti stvaraju u procesu? i Kako izgleda tok stvaranja vrijednosti?

Ova pitanja dobivaju svoje odgovore pri korištenju metode mapiranja toka vrijednosti, što je alat koji koristi vizualizaciju kroz grupu korištenih simbola. Također, pri analizi procesa moguće je održati radionicu u poduzeću kojom bi se relevantne etape procesa razradile pomoću korištenih iskustava, saznanja i zamisli svih sudionika i time bi se pridonijelo boljoj

kvaliteti i većoj odgovornosti među sudionicima. Na daljnjim primjerima, [1] iz područja pružanja usluga održavanja opreme biti će prikazan postupak mapiranja vrijednosti.

4.2.1 Definiranje osnovnih informacija o procesu

Za postupak mapiranja vrijednosti bitno je prikupiti osnovne podatke o procesu koji su dobiveni prethodnima analizama. U obrazac za prikupljanje podataka se unose specifične informacije vezane za proizvod (finalni output procesa) i korisnički zahtjevi za proizvod:

- Koliko je narudžbi pristiglo za konkretan proizvod? (Odgovor je dobiven korištenjem analize narudžbi)
- Koja je vjerojatnost prognoze i koje su fluktuacije narudžbe? (Da li je proizvod X,Y, ili Z otkriva se XYZ analizom
- Koje je ukupno vrijeme trajanja procesa, odnosno nastanka proizvoda koji je predmet analize? (Nakon koliko dana se proces realizira.)

Tablica br.13 - Definiranje osnovnih informacija o procesu

Obrazac za prikupljanje podataka	
Broj narudžbi u godini	13,572
Dostupno radno vrijeme zaposlenih	prosječno 200 dana sa 7,6 sati/dan
Vrijeme dostupnosti odvijanja procesa	240 radnih dana sa 12 sati/dan (8-20h)
Opis procesa:	Unutar ovog procesa kupac šalje zahtjeve za uslugama održavanja opreme (dizala, klimatizacija i dr.) Djelatnik održavanja izvršava nalog, a kupac je nakon izvršene usluge primio račun sa zajamčenim jamstvenim rokom.
Informacije o procesu:	
Pristizanje narudžbi:	Dio narudžbi stiže u Prodaju, (40%). Odnosno zaduženu službu za njihovu obradu, dok ostale pristižu u Službu za planiranje, (35%) i kod lokalnih održavatelja pristiže 25% narudžbi.

	Razlog je taj što svi kupci ne znaju tel. br. i adresu Prodaje pa svoje narudžbe šalju na druge lokacije.
Zaprimanje narudžbi:	Djelatnik pregledava pristigle narudžbe i provjerava njihove podatke.
Prodaja	Narudžbe pristižu e-mailom, faxom i telefonski
Potrebno vrijeme za primanje narudžbe:	2 minute po događaju
Količina za dopunska ispitivanja:	33% približno, s 5 minuta trajanja po događaju
Broj djelatnika za obradu narudžbi:	18
Radni zaostatak:	500 narudžbi prosječno
Odjel za planiranje	Narudžbe pristižu samo telefonski
Potrebno vrijeme za primanje narudžbe:	3 minute po događaju
Količina za dopunska ispitivanja:	10% približno, s 10 minuta trajanja po događaju
Broj djelatnika za obradu narudžbi:	8
Radni zaostatak:	Nema čekanja zbog toga što djelatnici upisuju izravno podatke u IT sustav.
Neposredni održavatelji	
Potrebno vrijeme za primanje narudžbe:	10 minute po događaju
Količina za dopunska ispitivanja:	5% približno, s 20 minuta trajanja po događaju
Broj djelatnika za obradu narudžbi:	30
Radni zaostatak:	100 narudžbi prosječno
Obrada narudžbi	Zaposlenik provjerava sadržaj narudžbe, dodjeljuje troškove i prosljeđuje odjelu za planiranje
Vrijeme trajanja procesa obrade narudžbe:	6 minuta
Količina za dopunsku obradu kod zapreme narudžbe od neposrednih održavatelja:	60%, s otprilike 15 minuta po događaju
Količina za dopunsku obradu kod zapreme narudžbe od djelatnika odjela za planiranje:	10%, s otprilike 5 minuta po događaju
Količina za dopunsku obradu kod zapreme narudžbe od djelatnika odjela obradu narudžbi:	Nema dopunskih radnji, ali 25% svih narudžbi se dopunsko obrađuju kroz kontakt sa kupcima u trajanju od 15 minuta

Broj djelatnika za obradu narudžbi:	18
Radni zaostatak:	100 narudžbi prosječno
Planiranje i raspoređivanje	Vrši obradu narudžbi pristiglih elektroničkim putem i dodjeljuje rad održavateljima
Vrijeme trajanja za proces planiranja:	12 minuta
Količina za dopunsku obradu:	10% s dopunskih 10 minuta
Radni zaostatak:	400 narudžbi prosječno
Broj djelatnika odjela za planiranje:	20
Održavanje opreme	Održavatelji putuju do zahtijevane lokacije, a ukoliko nemaju sav materijal vraćaju se u tim slučajevima po drugi put do lokacije
Dopunska obrada u pogledu planiranja:	10% s 20 minuta po nalogu
Prosječno vrijeme putovanja do lokacije:	45 minuta
Prosječno vrijeme trajanja rada održavanja:	60 minuta
Vrijeme trajanja obrade radnog naloga:	12 minuta
Dostavni period	4 dana
Vrijeme naručivanja materijala i istovara	10 minuta
Postotak vraćanja zbog dodatnog materijala:	15%
Radni zaostatak:	500 narudžbi prosječno
Broj djelatnika održavanja:	80
Završno kompletiranje narudžbe	Obavlja se obrada izvršenog radnog naloga održavatelja s stvarnim vremenom trajanja
Vrijeme odvijanja procesa:	8 minuta
Količina za dopunske radnje:	40% s 10 minuta po nalogu
Radni zaostatak:	500 narudžbi
Broj zaposlenika uključenih:	20
Slanje računa korisnicima	Obavlja se ponovna provjera, uračunavanje troškova materijala; slanje je pomoću IT sustava
Vrijeme odvijanja procesa:	15 minuta
Količina za dopunske radnje:	20% s 10 minuta po nalogu
Radni zaostatak:	1200 narudžbi
Broj zaposlenika uključenih:	4

4.2.2 Uključivanje pripadajućih funkcija

Sve funkcije u poduzeću, odnosno odjeli koji sudjeluju pri stvaranju proizvoda koji se obrađuje i za koji se prikazuje tok vrijednosti moraju biti upisane s lijeve strane predloška obrasca za mapiranje toka vrijednosti. Također je poželjno da su funkcije posložene po silaznom redoslijedu s obzirom na broj dijelova procesa koji obrađuju. U navedenom primjeru su: Prodaja, Odjel za planiranje, lokalni održavatelji, servisni odjel i Nabava.

4.2.3 Identificiranje pokretača procesa

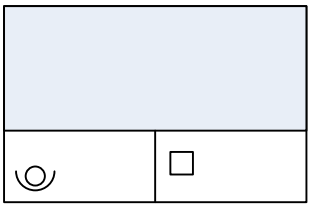
Prije bilježenja unosa stvarnih koraka procesa potrebno je identificirati pokretače samog procesa (različiti odjeli poduzeća obavljaju isti posao). Često proces zbog čimbenika kao npr. promjene u organizacijskoj strukturi, utjecaja vremena, nedostatku iskustva ili velikih poslovnih zahtjeva, mogu imati više pokretača. Također izuzeci koji se pojavljuju jednom i dvaput na godinu, nisu važni za razmatranje pa se zanemaruju. Pri crtanju dijagrama strelicama se spajaju iz simbola korisnika one funkcije koje predstavljaju pokretače procesa, sa postotnim udjelom svojega značaja. Na obrađivanom primjeru se primjećuju tri pokretača procesa: služba prodaje, planiranja i lokalni održavatelji.

4.2.4 Prikazivanje osnovnih koraka procesa

Obzirom da su kupci ključan faktor kod toka vrijednosti, potrebno je detaljno analizirati procese koji njih uključuju. Počinje npr. sa zaposlenikom koji prima telefonski poziv od kupca i tok vrijednosti teče do kraja procesa. Bilježi se svaki korak na putu procesa, odnosno svaka aktivnost, koja pretvara informacije i poluproizvode u određenim fazama. Često završno fakturiranje računa završava proces. U obrazac za mapiranje toka vrijednosti se unose individualni procesi, uključeni zaposlenici i način prijenosa informacija, također se unose zasebne tablice procesa sa ostavljenim prostorom u podnožju za nadopunu podacima. Prije

tablice procesa upisuje se simbol trokuta koji prezentira radni zaostatak, odnosno čekanje na nastavak procesa koje se očituje u skladištenom materijalu ili npr. obrascima na čekanju.

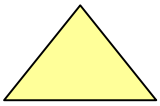
Za dokumentiranje toka vrijednosti koristi se set simbola, [1]:



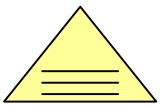
Procesna tablica. U gornji prostor tablice se unosi ime procesa koji se sastoji od niza aktivnosti odvijanih po određenoj funkciji. Zato se zasebne aktivnosti ne unose u proces, nego je potrebno one koje tvore jedan dio procesa.

Lijevi simbol drugog retka predstavlja zaposlenika, i kraj njega se upisuje broj zaposlenika uključenih u taj dio procesa.

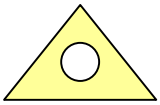
Desni simbol kvadrata simbolizira korak relevantnog dijela procesa, odnosno aktivnost. U prostor se upisuje broj zasebnih aktivnosti uključenih u taj dio procesa. Budući da je u ovoj fazi analize nemoguće utvrditi stvarni broj zasebnih aktivnosti, upisuje se procjena.



Radni zaostatak (inventar, neobavljen rad) Pohranjen inventar, odnosno radni zaostatak se može pojaviti prije svakog koraka u procesu. Npr. u obliku sirovina, unutar procesa, na izlazu procesa u obliku gotovih proizvoda.

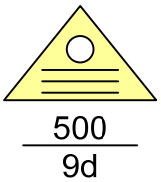


Pohranjen inventar u materijalnom obliku kao npr. gotovi proizvodi, obrasci na čekanju. Simbol prikazuje paletu.



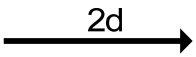
Pohranjen inventar u elektronskom obliku kao npr. e-mail. Simbol reprezentira CD.

Pohranjen inventar u kombiniranom obliku. Radni zaostatak se može pojaviti u elektronskom ili materijalnom obliku.



Ispod trokuta se upisuje prosječan broj inputa koji čekaju na obradu u relevantnom koraku procesa, dok donji broj prikazuje vrijeme čekanja pojedinog inputa da dospije sa posljednjeg na gornje mjesto prosječnog inventara na kojem će biti na redu za prolazak kroz proces.

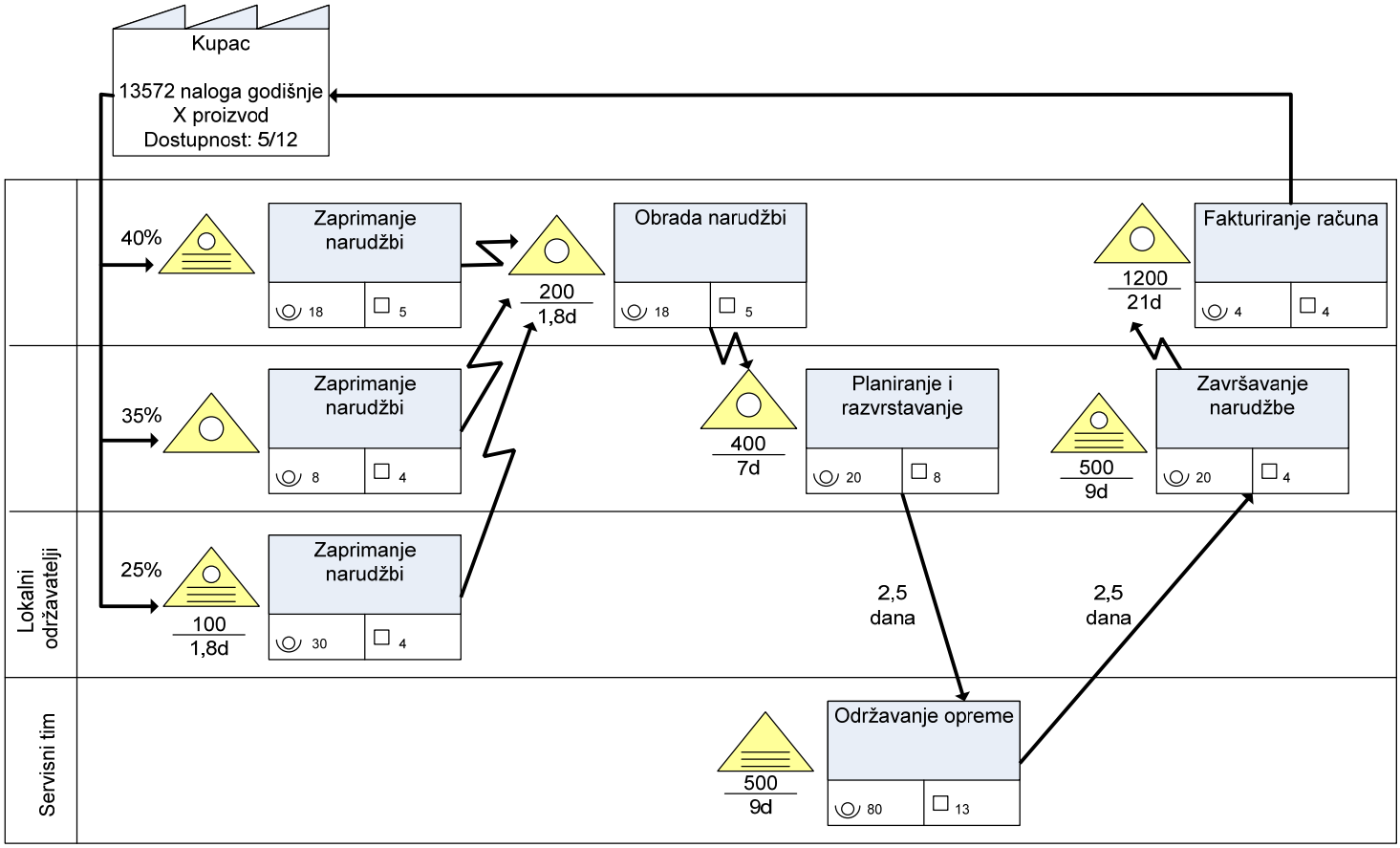
Ravna strelica prikazuje točku procesa gdje se informacija ili materijalni objekt (input) transportira fizikalnim putem.



Izgubljeno vrijeme (tzv. „mrtvo“ vrijeme) se pojavljuje kod fizičkog transporta, posljedica je transportnih gubitaka.

Ovaj simbol prikazuje transport informacije (input je samo u ovom obliku) elektronskim putem npr. e-mail, fax, telefon.

Prilikom crtanja konkretnih procesa poželjno je korištenje dodatnih simbola kako bi se objasnili specifični slučajevi.



Slika br.9 , Prikaz prve etape mapiranja toka vrijednosti

4.3 Vremenska linija toka vrijednosti

Prije dodavanja vremenske linije na mapu toka vrijednosti, potrebno je odgovoriti potvrdno na slijedeća pitanja:

- Da li svaki korak procesa ima pridruženu svoju tablicu s unesenim podacima?
- Jesu li uključena sva procesna vremena?
- Da li su izmjereni svi radni zaostaci i prazni hodovi (tkz. „mrtvo“ vrijeme)?
- Da li je količina za dodatnu obradu točno određena?
- Da li je uključen indeks kvalitete?
- Da li je sav tok vrijednosti pravilno prikazan?
- Da li su svi tokovi uzrokovani pristizanjem vanjskog materijala ili usluga prikazani?

4.3.1 Procjena koraka procesa, međudjelovanja i toka informacija

Ovaj korak mapiranja toka vrijednosti je vrlo važan. Za njegovu provedbu je važno prikupiti dodatne podatke koji uključuju međudjelovanja procesnih koraka. Međudjelovanja pri toku procesa su mjesta gdje se pojavljuju mnogi problemi i gubitci, zato je potrebno prikupiti točne podatke o međudjelovanju.

Svaki dio procesa ima svoju tablicu za upis podataka, odnosno glavnih indikatora za procjenjivanje dijelova procesa, [1]:

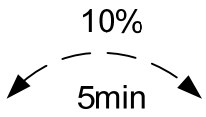
t_p – Procesno vrijeme (eng. process time PT), to je vrijeme potrebno da proizvod ili informacija prođe od ulaza u proces do izlaza iz njega. Tokom procesuiranja prolazi kroz sve aktivnosti sadržane procesom. U njega nisu uključeni prekidi i čekanja. Da bi se vrijeme trajanja procesa odredilo potrebno je prikupiti informacije od vlasnika procesa, odnosno funkcije tj odjela zaduženog za njegovu provedbu. Zbrajaju se prosječna vremena trajanja svih aktivnosti sadržanih u tom procesu i dobiva se procesno vrijeme.

t_t – Prijelazno vrijeme (eng. transition time, TT), to je vrijeme potrebno da zahtjev, narudžba, poluproizvod ili informacija stigne s jednog mjesta na drugo. Odnosno to je vrijeme koje je proteklo otkada je output u prethodnom procesu postao input u sljedećem. Ono uključuje čekanja, zadržavanja i transportiranje, kao i svakodnevne poslovne situacije kao što je: zvonjenje telefona, pristizanje e-mailova, prekidanje od strane kolega na poslu kada postavljaju pitanja i prekidaju rad. Postoje stalni prekidi u poslu koji zaposlenik pokušava obaviti koji se reflektiraju kroz prijelazno vrijeme.

ST – Sistemsko vrijeme (eng. system time), to je vrijeme koje uključuje čekanja koja se mogu pojaviti u raznim IT aplikacijama i programima. Zaposlenik čeka za svojim računalom dok se podaci koje je unio obrade. Ovdje se treba pouzdati na informacije dobivene od zaposlenika kao i provesti vlastita mjerenja.

t_w – Vrijeme odvijanja rada (eng. work performance time, WT), to je vrijeme odvijanja rada na plaćenoj usluzi od strane kupca (komercijalno proizvodno vrijeme). Npr. trajanje popravka dizala od strane zaduženog djelatnika ili vrijeme prijevoza materijala. To vrijeme nije dio procesnog vremena jer se promatra nezavisno, tj. nije dio ukupnog vremena trajanja procesa. Zato se to vrijeme bilježi odvojeno jer ne utječe na brzinu odvijanja procesa za koji se mapira tok vrijednosti, već na samo njegovo postojanje kao takav ugovoren sa kupcem. Međutim, vrijeme potrebno za administrativne pripreme i obradu naloga od strane uslužnog djelatnika uključeno je u dio procesa kao procesno vrijeme.

QQ – Količina za dopunsku obradu (eng. query quota), to je jedan od važnijih indikatora u mapiranju toka vrijednosti. Analizom procesa se kontinuirano nalaze problemi međudjelovanja u obliku primljenih informacija, dokumenata, materijala koji trebaju pojašnjenje ili sadrže greške. Tada se provodi dodatna obrada i dopunski poslovi koji usporavaju prelaženje poluproizvoda (inputa) na slijedeći korak (dio procesa). Količina za dopunsku obradu se izražava kao postotak nepravilnih inputa s vremenom trajanja njihove dopunske obrade. Postotak je vjerojatnost da će slijedeći input u tom dijelu procesa sadržavati nepravilnost, a vrijeme izražava prosjek trajanja zadržavanja.



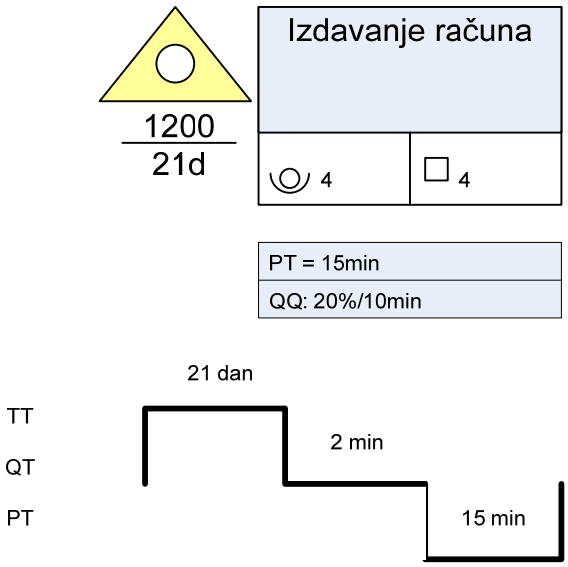
Ovaj simbol sa strelicama na dva kraja označava međudjelovanje dvaju dijelova procesa na otklanjanju nedostataka kroz dopunske radnje. Međudjelujući dijelovi procesa ne trebaju biti u nizu, niti pripadati istoj funkciji koja ih provodi.

QR – Indeks kvalitete (eng. quality ratio), pokazuje postotak događaja (outputa) koji su nakon izlaska iz određenog dijela procesa bili neispravni ili se uopće nisu niti dogodili. Npr. netočno ili uopće ne ispunjeni obrasci nakon izlaska iz nekog dijela procesa.

Zakrivljena strelica sa strelicom pokazuje dio procesa u kojem je nastala pogreška. Ta pogreška se očituje u gubitku kvalitete u onom dijelu procesa iz kojega zakrivljena krivulja izlazi u mapi toka vrijednosti.

Pomoću gornjih simbola se unose podaci u obrazac za mapiranje toka vrijednosti koji uključuju: broj uključenih zaposlenika, broj potrebnih aktivnosti, vremena trajanja procesa, ostalih uključenih vremena, količinu za dodatnu obradu, radne zaostatke.

<u>Primjer analize međudjelovanja za jedan dio procesa:</u>

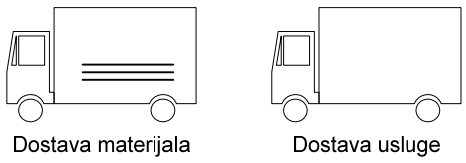


Iz radnog zaostataka se zamjećuje da je potrebno čekanje 21 dana da se odvije proces slanja računa. Iz nagomilanih zaostataka se može izračunati taktno vrijeme: 1200:21=57,14 računa izdanih dnevno. Tablica podataka ispod procesa prikazuje procesno vrijeme i postotak i trajanje dodatnog rada.

4.3.2 Praćenje toka vanjskog materijala i usluga

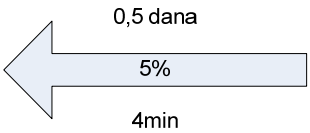
S obzirom da poduzeće ne može vlastitom proizvodnjom, asortimanom i kapacitetima zadovoljiti sve potrebe, oslanja se na vanjske partnere (kooperante) preko kojih nabavlja materijal ili ih koristi za vanjske usluge. Na taj način proces prima vanjska sredstva potrebna za svoju realizaciju. Zbog toga što kooperanti često stvaraju nepoželjne zastoje i neplanirane probleme koji mogu nepoželjno djelovati na realizaciju promatranog procesa, mora se njihov utjecaj unijeti prilikom mapiranja toka vrijednosti. To se postiže pomoću sljedećih podataka:

- Vrsta vanjskih potreba (materijal ili usluga)
- Postotak događaja koji zahtijevaju vanjske kooperante
- Vrijeme dostave
- Dodatni rad zaposlenika u odnosu na postojeći proces



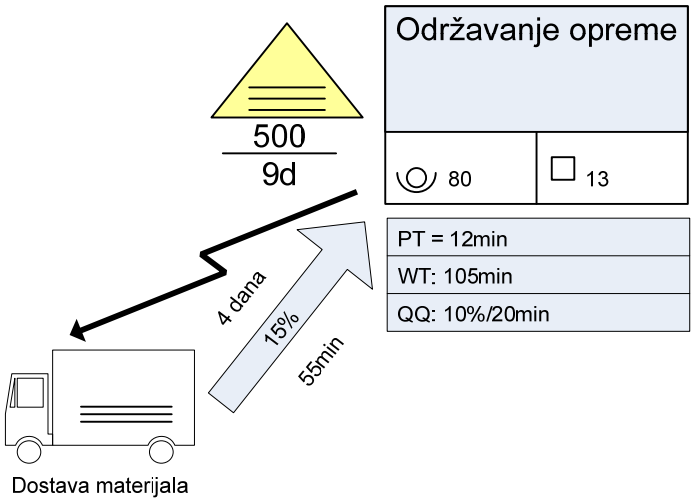
Simboli prikazuje vanjskog kooperanta koji vrši dostavu materijala ili pruža usluge.

<u>Primjer nabave materijala na temelju podataka iz Obrasca za prikupljanje podataka:</u>



Široka strelica prikazuje dotok materijala u obliku konačnih proizvoda. Koristi se za označavanje kretanja materijala od vanjskih kooperanata ka poduzeću ili za oznaku slanja konačnog proizvoda kupcima.

Iznad strelice je prikazano vrijeme trajanja dostave, u sredini je postotak događaja koda je potrebno izvršiti dostavu materijala. Vrijeme u podnožju strelice označava dodatno vrijeme potrebno za izvršavanje dopunskih zadataka za zaposlenike u procesu.



Slika br. 10 – Prikaz dijela procesa u kojemu se vrši prihvat materijala od vanjskog kooperanta

Primjer pokazuje da se dodatni materijal od vanjskog kooperanta naručuje telefonski, da je vrijeme čekanja na dostavu četiri dana i da 15% događaja zahtijevaju dodatan materijal. U dodatno vrijeme rada zaposlenika od 55 minuta uključeno je vrijeme naručivanja i istovara od 10 minuta i 45 minuta koliko je potrebno za ponovni put do kupca kome se vrši popravak opreme. Ta vremena nisu uključena u dogovoreni cijenu popravka i kupac za njih ne snosi troškove. Također, to je vrijeme potrebno uključiti u vrijeme trajanja procesa.

Svi podaci prikupljeni intervjuima i opažanjima, a nalaze se u Obrascu za prikupljanje podataka moraju biti vidljivi prilikom mapiranja toka vrijednosti u jednom od oblika.

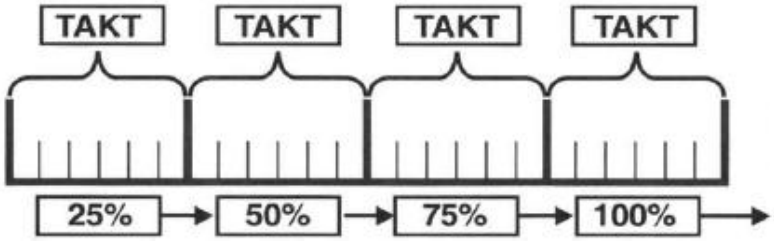
4.3.3 Ukupno vrijeme

Vrijeme potrebno za odvijanje cijelog procesa koji se promatra, odnosno trajanje između inputa i outputa naziva se ukupnim vremenom. Ono je najvažnija vrijednost koja se dobiva na temelju vremenske linije. U proizvodnim procesima je ukupno vrijeme važan indikator. To je zato što sirovine (početni materijal) imaju veliki udio u proizvodnim troškovima, pa kraće ukupno vrijeme znači brži povrat uloženih financijskih sredstava. Također je ukupno vrijeme trajanja procesa važno i za sve poslovne procese, jer kupci mjere kvalitetu usluga kroz dostupnost. Važan je i utjecaj ukupnog vremena na kadrovske troškove u poduzećima sa puno zaposlenika, pa se zato njegovim skraćivanjem postiže financijska ušteda.

Ukupno vrijeme se dijeli na tri vremena: Procesno vrijeme, prijelazno vrijeme i vrijeme za dopunsku obradu. Procesno i prijelazno vrijeme obuhvaćaju stvarna vremena trajanja svih dijelova procesa i sve transporte poluproizvoda između dijelova procesa. Treće vrijeme je dobar pokazatelj kvalitete poslovnih događaja unutar procesa koji se promatra. Velik udio dodatnih propitivanja, istraživanja, žalbi i dorada je rezultat nedovoljne standardizacije, nedefiniranih zaduženja i slabog zalaganja zaposlenika uključenih u proces.

4.3.4 Taktno vrijeme

Taktno je vrijeme brzina (tempo) proizvodnje jedinica proizvoda dnevno kojima se zadovoljavaju zahtjevi kupca. Ono je frekvencija kojom se proizvodi pojedinačan proizvod odgovarajućeg procesa. Koristi se točno određivanje i praćenje brzine kojom nastaju poluproizvodi u različitim fazama proizvodnje dotičnog proizvoda. U Lean proizvodnji se taktno vrijeme svih faza proizvodnje prati i kontrolira, da bi se uspostavio kontinuirani tok proizvodnje. Taktno je vrijeme omjer dostupnog proizvodnog vremena i količine kupčevih zahtjeva. Vrijeme ciklusa proizvodnje kompletnog proizvoda je znatno veće od taktnog vremena, tako da se sve aktivnosti u ciklusu dijele na elemente koji su jednaki taktnom vremenu. Jedna jedinica posla (vremenska jedinica takta) se izvršava od strane radnika i/ili stroja. Djelomično završeni predmet rada zatim prelazi na slijedeće radno mjesto, gdje se izvršava slijedeća aktivnost u proizvodnom toku (također vremenska jedinica takta). Predmet rada sekvencijalno prelazi kroz proizvodni sustav sve dok se sve operacije ne završe.

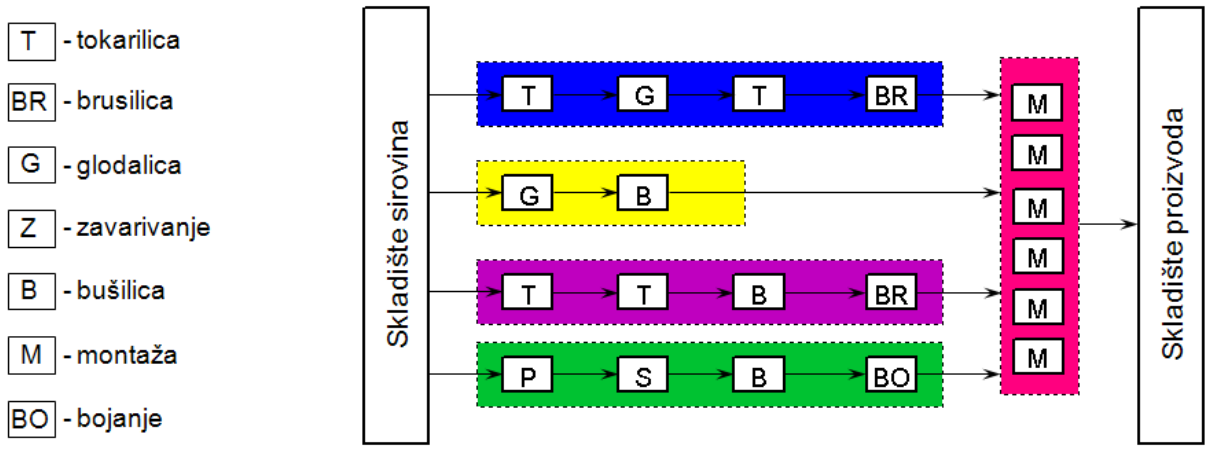


∑ taktnih vremena = ukupno vrijeme proizvodnje jedinice proizvoda

Slika br. 11 ; Pojednostavljen prikaz proizvodnje po taktu, [4]

Kod Lean proizvodnje je važno to što ne koristi klasično planiranje proizvodnje nego proizvodni plan ovisi o broju narudžbi kupca. Pri tome kupci imaju različite potrebe i želje,

kojima je potrebno udovoljiti u što kraćem vremenskom periodu. To znači da je potrebno smanjiti proizvodni ciklus. Kada bi se proizvodni sustav usporedilo sa cjevovodom fluida, takt bi predstavljao brzinu protoka fluida. Struktura proizvodnog sustava može bit strukturirana po funkcionalnom i predmetnom načelu. Lean proizvodnja se zasniva na predmetnom načelu. Po predmetnom se načelu elementi grupiraju za izvođenje različitih vrsta obrade u cilju potpune ili gotovo potpune obrade jednog ili više sličnih premeta rada. To se postiže pomoću izradbenih linija (slika br.). Izradbene su linije orijentirane na konkretan proizvod, a njihova struktura uključuje različite specijalizirane strojeve, linijski raspoređene po zahtjevima tehnološkoga procesa (redoslijedu operacija) određenog predmeta rada. Počele su se primjenjivati razvojem Taylorovoga koncepta podjele rada, rezultirajući izrazito niskim udjelom pripremnoga vremena zbog visokog stupnja specijalizacije i determiniranosti rada. Jednostavnim jednosmjernim tokom materijala s kratkim transportnim udaljenostima, kao i bez posebnih poremećaja, izradbene linije postižu visoku efikasnost proizvodnje s kratkim ciklusima izradbe.



Slika br.12 ; Izradbena takt linija, [5]

PREDNOST

- jednostavan, jednosmjeran i direktni tok materijala
- mala nedovršena proizvodnja
- visoka produktivnost
- jednostavno planiranje, vođenje i praćenje procesa
- malo rukovanja materijalom
- niski nivo znanja i sposobnosti
- uporaba specijalne opreme

OGRANIČENJA

- osjetljivost na zastoje
- nefleksibilnost sustava
- nemotiviranost osoblja
- velika investicijska sredstva
- najduža operacija determinira izlaz

Vremena potrebna za obavljanje operacija na pojedinim radnim mjestima moraju biti međusobno ujednačena i po mogućnosti jednaka taktu linije, da se izbjegne pojava neproizvodnih vremena čekanja.

Takt linije predstavlja raspoloživo vrijeme za obradu na pojedinom radnom mjestu, a može se proračunati iz odnosa raspoloživoga vremena za proizvodnju i traženoga broja proizvoda u određenom planskome razdoblju. To je ujedno zbroj vremena izvršenja najduže operacije i vremena međuoperacijskog transporta.

Za izračun taktnog vremena u uslužnim procesima dijeli se ukupan broj outputa godišnje sa brojem dostupnih dana u godini za odvijanje dotičnog procesa. Tako se dobiva taktno vrijeme u broju uslužnih proizvoda stvorenih dnevno.

4.3.5 Izračun vremena za vremensku liniju

Na temelju podataka iz Obrasca za prikupljanje podataka se računaju vremena potrebna za vremensku liniju toka vrijednosti, a to su: Prijelazno vrijeme, dopunsko vrijeme i procesno vrijeme. Vremena se prikazuju za svaki dio procesa.

Na primjeru procesa održavanja opreme prikazan je način dobivanja vremena s vremenske linije:

<u>Taktno vrijeme</u>

Godišnje se obradi 13572 narudžbe unutar 240 dana (ne radi se subotom, nedjeljom i blagdanima). Tada je taktno vrijeme $13572 \div 240 = 56{,}55$ obrađenih narudžbi dnevno, odnosno dnevnih proizvoda. Taktno vrijeme služi za izračun vremena čekanja u svim dijelovima procesa.

<u>Zaprimanje narudžbi</u>

Prijelazno vrijeme

Zbog toga što početak procesa ima tri pokretača nastaju različiti radni zaostaci u sva tri dijela

procesa. Za izračunavanje prijelaznog vremena potrebno je pomnožiti vrijeme čekanja pojedinog dijela procesa sa njegovim postotnim udjelom količina obrađenih inputa. Zbog radnih zaostataka od 500 i 100 narudžbi dobivaju se vremena čekanja od $500 \div 56{,}55 = 9d\ i\ 100 \div 56{,}55 = 1{,}8d$

t_t=$0{,}4 \times 9dana + 0{,}35 \times 0dana + 0{,}25 \times 1{,}8dana = 4{,}1dana$

Dopunsko vrijeme

Računa se kao umnožak postotnog udjela važnosti svakog dijela procesa, postotnog udjela inputa koji u dotičnom dijelu procesa zahtijevaju dopunsku obradu i prosječnog vremena trajanja dopunske obrade inputa.

t_d=$0{,}4 \times 0{,}33 \times 5min + 0{,}35 \times 0{,}10 \times 10min + 0{,}25 \times 0{,}05 \times 10min = 1{,}1\ min$

Procesno vrijeme

t_p=$0{,}4 \times 2min + 0{,}35 \times 3min + 0{,}25 \times 10min = 4{,}4\ min$

<u>Obrada narudžbi</u>

Prijelazno vrijeme

Pomoću radnog zaostatka od 100 narudžbi i taktnog vremena procesa od 56,55 proizvoda/d dobiva se prijelazno vrijeme:

t_t=$100 \div 56{,}55 = 1{,}8d$

Dopunsko vrijeme

60% narudžbi zaprimljenih od lokalnih održavatelja zahtjeva 15 min dopunsku obradu, dok 10% narudžbi zaprimljenih od Odjela za planiranje zahtjeva 5 min dopunsku obradu. Također 25% narudžbi zahtjeva dodatnu obradu kroz kontaktiranje kupaca u trajanju od 15min.

t_d=$0{,}25 \times 0{,}6 \times 15min + 0{,}35 \times 0{,}1 \times 5min + 0{,}25 \times 15min = 6{,}2min$

Procesno vrijeme

t_p=6 min

Planiranje i razvrstavanje

Prijelazno vrijeme

Pomoću radnog zaostatka od 400 narudžbi i taktnog vremena procesa od 56,55 proizvoda/d dobiva se prijelazno vrijeme:

$t_t = 400 \div 56{,}55 = 7d$

Dopunsko vrijeme

Deset posto narudžbi se dodatno obrađuje u trajanju od deset minuta.

t_d=$0{,}1 \times 10min = 1\ min$

Procesno vrijeme

t_p=12 min

Održavanje opreme

U dodatno vrijeme rada zaposlenika od 55 minuta uključeno je vrijeme naručivanja i istovara od 10 minuta i 45 minuta koliko je potrebno za ponovni put do kupca kome se vrši popravak opreme.

Vrijeme odvijanja rada

To je zbroj prosječnog puta radnika održavanja do lokacije i prosječnog vremena popravka, vrijeme odvijanja rada se uvrštava u ukupno vrijeme trajanja procesa.

t_w=$45min + 60min = 105min$

Prijelazno vrijeme

Zbog fizičkog transporta radnog naloga iz odjela za planiranje i razvrstavanje do lokalnog održavatelja u trajanju od 2,5d i čekanja na dostavu materijala u trajanju od 4d kod 15%

slučajeva stvara se prijelazno vrijeme koje se pridodaje vremenu čekanja na obradu. To vrijeme čekanja se dobije pomoću taktnog vremena i radnog zaostatka u iznosu od 500

radnih naloga i iznosi $500 \div 56{,}55 = 9d$

$t_t = 9d + 2{,}5d + 4d \times 0{,}15 = 12{,}1d$

Dopunsko vrijeme

Deset posto radnih naloga se dopunsko obrađuje u trajanju od dvadeset minuta.

$t_d = 0{,}1 \times 20min = 2min$

Procesno vrijeme

$t_p = 12\ min$

<u>Završavanje narudžbe</u>

Prijelazno vrijeme

Pomoću radnog zaostatka od 500 narudžbi i taktnog vremena procesa od 56,55 proizvoda/d, vremena fizičkog transporta od 2,5d dobiva se prijelazno vrijeme:

$t_t = 500 \div 56{,}55/d + 2{,}5d = 11{,}5d$

Dopunsko vrijeme i procesno vrijeme

$t_d = 0{,}4 \times 10min = 4min$ $t_p = 8\ min$

<u>Slanje računa</u>

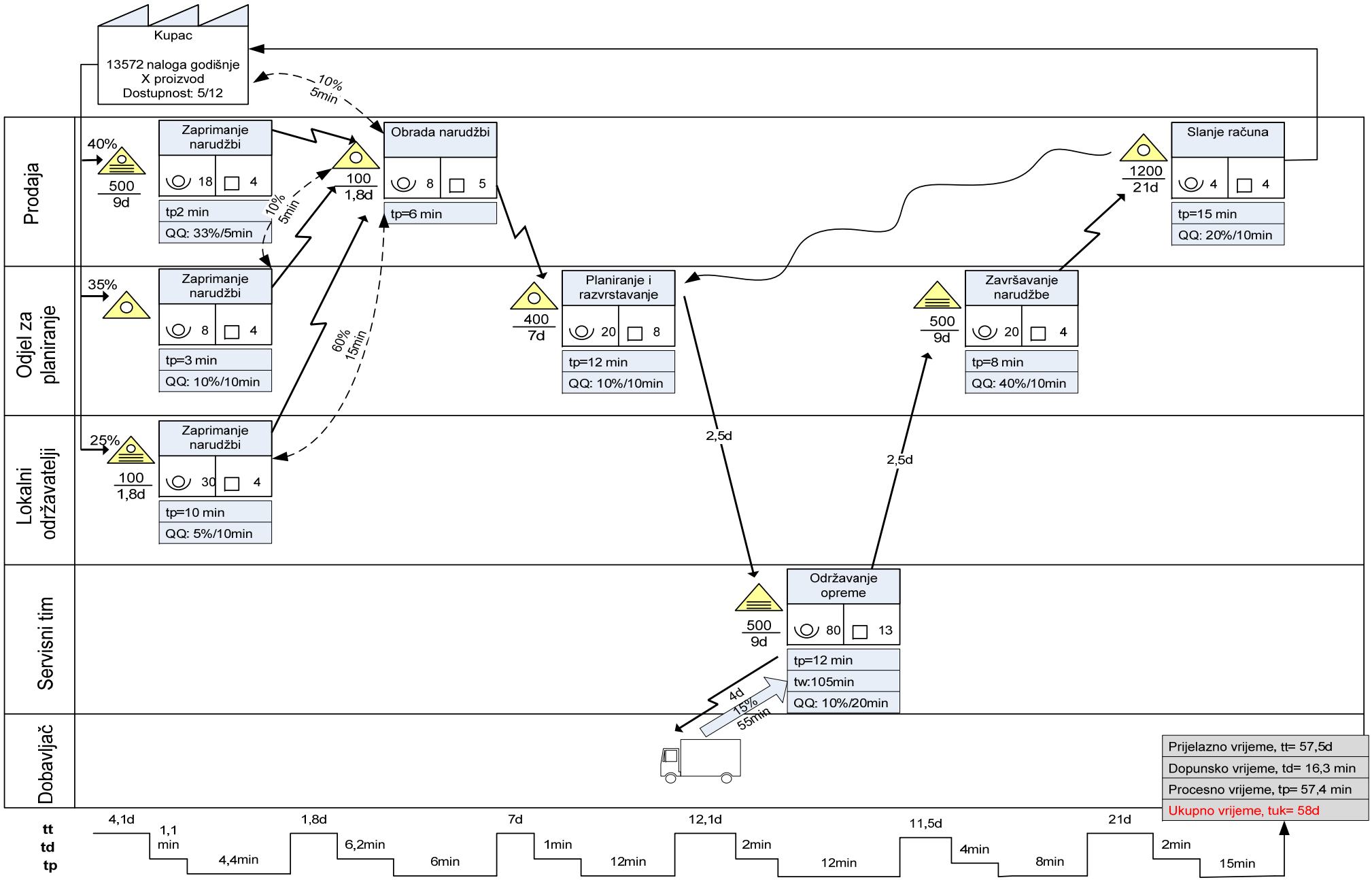
Prijelazno vrijeme

Pomoću radnog zaostatka od 1200 narudžbi i taktnog vremena dobiva se prijelazno vrijeme:

$t_t = 1200 \div 56{,}55/d = 21d$

Dopunsko vrijeme i procesno vrijeme

$t_d = 0{,}2 \times 10min = 2min$ $t_p = 15\ min$



Slika br. 13, Kompletan prikaz toka vrijednosti

5. ZAKLJUČAK

S obzirom na veliku teoretsku i praktičnu obuhvatnost lean-a, a također njihove specifičnosti prilikom primjene u različitim vrstama djelatnosti poduzeća, u ovom su radu prikazane neke od tehnika i teorijskih aspekata.

Kroz analitičke alate lean-a, a jedan od najvažnijih je mapiranje toka vrijednosti, moguće je postići detaljan uvid u trenutačno stanje poduzeća. To je potrebno jer je poznavanje trenutačnog stanja od vitalne važnosti za daljnje provođenje lean-a. Prije bilo kakvih promjena potrebno je analizirati njihove posljedice i pokušati predvidjeti potencijalne koristi, što je teško i nesigurno na temelju netočnog trenutačnog stanja.

Na temelju prikazanog prikupljanja podataka o stanju procesa, analiziranja i obrađivanja prikupljenih podataka, računanja vremena procesa i mapiranja toka vrijednosti, je vidljiva korist i nužnost u pridavanju pozornosti i najsitnijim detaljima procesa, zbog njihovog potencijalno znatnog utjecaja na cjelinu.

Razvojni proces također naglašava bitnu činjenicu lean koncepta otklanjanja gubitaka, a očituje se težnji za otkrivanjem grešaka u što ranijim fazama kako bi se izbjeglo njihovo otklanjanje u stadijima koda je to skuplje, kompliciranije, a nekada i nemoguće.

6. LITERATURA

[1.] Wiegand, B., Franck, P.: Lean Administration I. – Aachen: Lean Menagement Institut Stifung, 2006.

[2.] Peter Hines & David Taylor: Going Lean. Lean Enterprise Research Centre, January 2000.

[3.] Liker, Jeffrey K.: The Toyota Way: 14 Management Principles from theWorld's Greatest Manufacturer - McGraw-Hill, 2004.

[4.] Hobbs , Dennis P.: LEAN Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer - J. Ross Publishing, 2004.

[5.] Grupa autora.: Inženjerski priručnik IP4 Proizvodno strojarstvo – Zagreb: Školska knjiga, 2002.

[6.] Mekong Capital: Introduction to Lean Manufacturing - Vietnam , June 2004

[7.] Womack, James P., Jones, Daniel T., and Roos, Daniel (1991).: *The Machine That Changed the World.*- New York: Free Press, 2007

[8.] Womack, James P., Jones, Daniel T.: Lean Thinking – New York: Simon&Schuster, 1996

[9.] Mascitelli, R.: The Lean Design Guidebook – Northridge: Technology Perspectives, 2004